

Universidad de Lima
Escuela de Posgrado
Maestría en Dirección de Operaciones y Proyectos



PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESOS EN UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

Trabajo de investigación para optar el Grado Académico de Maestro en
Dirección de Operaciones y Proyectos

ERICK SALVADOR FARFAN TATAJE

20070385

OMAR ALBERTO MONTELLANOS SICCHI

20187063

ALEX JERSON TOCTO BUSTAMANTE

20187062

Asesora

GOMES HAENSEL SCHMITT VALENTINA

Lima – Perú

Febrero de 2022



TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO FINAL	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Formulación del problema	6
1.2.1. Problema general	6
1.2.2. Problemas específicos	6
1.3. Objetivos del proyecto final.....	6
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos	6
1.4. Alcance del proyecto final	7
1.5. Justificación del proyecto final	7
1.6. Consideraciones finales del capítulo.....	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	9
2.1.1. Antecedentes Internacionales	9
2.1.2. Antecedentes Nacionales	13
2.2. Bases Teóricas	15
2.2.1. Mejora de procesos empresariales	15
2.2.2. Industria 4.0	17
2.2.3. Gestión de proyectos.....	21

2.3. Marco Conceptual.....	25
2.4. Consideraciones finales del capítulo.....	26
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	28
3.1 Tipo y nivel de investigación.....	28
3.1.1 Enfoque y tipo de investigación.....	28
3.1.2 Nivel de investigación	29
3.2. Población, muestra, muestreo	29
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	30
3.4. Procedimiento de investigación:.....	31
3.5. Consideraciones finales del capítulo.....	33
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS EXTERNO E INTERNO.....	34
4.1. Análisis externo	34
4.1.2. Análisis de fuerzas PESTEL.....	40
4.1.3. Análisis de las cinco fuerzas de Porter	41
4.1.4. Matriz EFE - Evaluación de factores externos.	42
4.2. Análisis interno.....	44
4.2.1. Descripción de la empresa	44
4.2.2. Visión, Misión y Valores.....	53
4.2.3. Evaluación de factores internos y externos.....	56
4.3. Consideraciones finales del capítulo.....	59
CAPÍTULO V. PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	60
5.1. Identificación del problema.	60
5.2. Matriz de Identificación de problemas.	65
5.2.1. Factores de evaluación.....	65
5.2.2. Matriz de enfrentamiento.....	65
5.2.3. Escala de consecuencias	65
5.2.4. Matriz de evaluación de problemas	65

5.3. Consideraciones finales del capítulo.....	68
CAPÍTULO VI. DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE CAUSAS	69
6.1. Análisis de Causa Raíz.	69
6.1.1 Métodos	69
6.2. Evaluación de Causas.	73
6.3. Evaluación de Riesgos.	76
6.4. Restricciones	76
6.6.1. Restricciones Físicas:.....	76
6.6.2. Restricciones Políticas:	77
6.5. Fuerzas promotoras.....	78
6.6. Consideraciones finales del capítulo.....	79
CAPÍTULO VII. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN Y ELECCIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA	80
7.1. Evaluación de las alternativas de solución.	80
7.2. Evaluación del riesgo.....	80
7.3. Evaluación y selección de la propuesta de solución	87
7.4. Consideraciones finales del capítulo.....	89
CAPÍTULO VIII. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORA	90
8.1. Gestión del Modelo.....	90
8.1.1. Diseño producto/servicio	90
8.1.2. Diseño de procesos macro / Funcional / Estudios ingeniería conceptual-básica	92
8.1.3. Diseño de procesos detalle / Técnica / Estudios ingeniería de detalle.....	92
8.1.4. Especificaciones para adquisiciones	95
8.1.5. Desarrollo / Ejecución	95
8.1.6. Pruebas / Precomisionamiento-Comisionamiento-Puesta en marcha.....	98
8.2. Gestión del proyecto	118
8.2.1. Inicio del proyecto	118

8.2.2. Capacitación a personal de supervisión y operativo.....	124
8.3. Consideraciones finales del capítulo.....	127
CAPÍTULO IX. VALIDACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA	128
9.1. Inversiones.....	128
9.2. Costos relevantes.....	128
9.3. Beneficios del proyecto.....	130
9.4. Evaluación de las mejoras.....	130
9.5. Resultados.....	135
9.6. Consideraciones finales del capítulo.....	142
CAPÍTULO X. CONCLUSIONES	143
CAPÍTULO XI. RECOMENDACIONES	145
REFERENCIAS	146
BIBLIOGRAFÍA	154
ANEXOS	155

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Nuevos proyectos mineros en Perú.....	37
Tabla 4.2. Análisis comparativo de prácticas comunes en las empresas que compiten en el sector	39
Tabla 4.3. Evaluación de factores externos (Matriz EFE)	43
Tabla 4.4. Matriz de indicadores de gestión de la empresa.	54
Tabla 5.1. Proyectos adjudicados entre los años 2015 y 2019	62
Tabla 5.2. Porcentaje de retrasos en entrega de proyectos	62
Tabla 5.3. Proyectos adjudicados entre los años 2015 y 2019	64
Tabla 5.4. Resultados de la aplicación de la matriz de enfrentamiento:.....	66
Tabla 5.5. Matriz de evaluación de problemas.	67
Tabla 6.1. Aplicación de la técnica de grupo nominal para evaluar los problemas de los subprocesos de fabricación de estructuras metálicas hasta lograr el producto final dentro de la planta.....	74
Tabla 7.1. Matriz de riesgos y oportunidades	81
Tabla 7.2. Matriz FACTIS para la selección de la mejor alternativa de solución relacionadas con la mejora en la planificación en la fabricación de estructuras metálicas	88
Tabla 8.1. Actividades para la gestión del proceso de licitación	96
Tabla 8.2. Actividades para la gestión de la implementación	96
Tabla 8.3. Actividades para la gestión de aseguramiento y control de calidad	97
Tabla 8.4. Actividades para la gestión de pruebas unitarias o precomisionamiento de la propuesta.....	98
Tabla 8.5. Actividades para la gestión de pruebas funcionales o comisionamiento de la propuesta.....	99
Tabla 8.6. Actividades para la gestión de pruebas funcionales o comisionamiento de la propuesta.....	100
Tabla 8.7. Actividades para la gestión de pruebas funcionales o comisionamiento de la propuesta.....	107
Tabla 8.8. Personal asistente a la capacitación respecto a los requisitos del modelo de integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0.....	124

Tabla 8.9. Contenido de la capacitación respecto los requisitos del modelo de integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0.....	125
Tabla 9.1. Detalle de inversión inicial para el proyecto de integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0	128
Tabla 9.2. Detalle de costos relevantes para el mantenimiento del proyecto	129
Tabla 9.3. Detalle de cronograma de inversión inicial	129
Tabla 9.4. Resultados de la producción durante la prueba del modelo de integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0.....	131
Tabla 9.5. Variaciones en los niveles de eficacia de los procesos de producción de la empresa con la implementación del modelo de integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0	131
Tabla 9.6. Resultados estadísticos descriptivos de las medias	133
Tabla 9.7. Resultados para muestras relacionadas de Prueba T de Student para el incremento de la productividad.....	134
Tabla 9.8. Resumen del flujo de efectivo histórico de la empresa en los cinco años anteriores a la implementación.	136
Tabla 9.9. Proyección del flujo de efectivo sin implementación en los próximos cinco años.	138
Tabla 9.10. Proyección del flujo de efectivo con implementación en los próximos cinco años.	139
Tabla 9.11. Cálculo del flujo de caja incremental, Valor actualizado neto y tasa interna de retorno.	140
Tabla 9.12. Cálculo del costo beneficio del proyecto.....	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Aspectos clave del cambio en una mejora de procesos empresariales.....	17
Figura 2.2 Diseño de la cadena de valor en Industria 4.0.	20
Figura 2.3. Etapas de la gestión de proyectos.....	24
Figura 3.1. Mapa conceptual para proponer un plan de mejoras en los procesos de fabricación de estructuras metálicas para incrementar la eficacia en la empresa.	32
Figura 4.1. Demanda actual de fabricación de estructuras metálicas.	35
Figura 4.2. Empresas manufactureras del sector metalmecánico	36
Figura 4.3. Mapa de proyectos mineros en Perú.....	38
Figura 4.4. Análisis de fuerzas PESTEL. Análisis interno de la organización.....	41
Figura 4.5. Análisis de las cinco fuerzas de Porter.....	42
Figura 4.6. Mapa de procesos de la empresa.	45
Figura 4.7. Visualización general de la planta.....	46
Figura 4.8. Subproceso de habilitado.....	46
Figura 4.9. Subproceso de habilitado.....	47
Figura 4.10. Área de armado de estructuras	47
Figura 4.11. Subproceso de armado.....	48
Figura 4.12. Subproceso de armado.....	48
Figura 4.13. Subproceso de soldadura.	49
Figura 4.14. Subproceso de soldadura	49
Figura 4.15. Subproceso de granallado.....	50
Figura 4.16. Subproceso de granallado.....	50
Figura 4.17. Subproceso de pintura de las estructuras.....	51
Figura 4.18. Subproceso de pintura	51
Figura 4.19. Organigrama de la empresa.	52
Figura 4.20. Matriz FODA	58
Figura 5.1. Problemas específicos asociados a la gestión de producción.....	60
Figura 5.2. Niveles de retrasos en entrega de proyectos (2015-2019).....	63
Figura 6.1. Diagrama de Ishikawa de los factores que inciden en la falta de planificación	72

Figura 6.2. Diagrama de Pareto de priorización los elementos que inciden en la falta de planificación.....	75
Figura 6.3. Cuadro de fuerzas promotoras de la empresa.....	78
Figura 6.4. Modelo de gestión del cambio en la organización	79
Figura 8.1. Modelo del sistema de gestión de proyectos.....	90
Figura 8.2. Modelo de integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0	91
Figura 8.3. Diseño del modelo de integración de la gestión de fabricación de estructuras metálicas.	92
Figura 8.4. Incorporación de las aplicaciones del modelo de integración de la gestión de fabricación de estructuras metálicas en los subprocesos de producción.	94
Figura 8.5. Prueba de funcionamiento de la planeación de la producción.	101
Figura 8.6. Prototipo de diseño de perfiles.	102
Figura 8.7. Prototipo de estructura creado bajo el software.	103
Figura 8.8. Prueba de funcionamiento del control de las operaciones.	104
Figura 8.9. Prueba de funcionamiento del control y gestión de la producción.....	104
Figura 8.10. Visualización de las estructuras.	105
Figura 8.11. Visualización de las operaciones.....	106
Figura 8.12. V Procesamiento Inicial de Información.....	108
Figura 8.13. Lista Elemento-Componente.....	108
Figura 8.14. Carga de reportes de ingeniería	109
Figura 8.15. Creación de Orden de Trabajo.....	109
Figura 8.16. Pestaña Project Management.....	110
Figura 8.17. Carga el archivo en el sistema.	110
Figura 8.18. Secuenciado de operaciones	111
Figura 8.19. Ruteo de operaciones.....	112
Figura 8.20. Creación de estaciones y rutas.....	112
Figura 8.21. Lotizado de producción	113
Figura 8.22. Control de talleres externos.	114
Figura 8.23. Asignación a Contratistas	114
Figura 8.24. Asignación del personal	115
Figura 8.25. Control de producción.	116
Figura 8.26. Lectora de barra.	116
Figura 8.27. Control de avances.	117

Figura 8.28. Control de avances con lectora de barras.	117
Figura 8.29. Cronograma de implementación del modelo de integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0	119
Figura 9.1. Variaciones en los niveles de eficacia de los procesos de producción de la empresa con la implementación del modelo de integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0	132



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Factores de evaluación de los problemas	156
Anexo 2. Escala de consecuencias.....	157
Anexo 3. Base de datos de producción en kilos por etapa del proceso	160
Anexo 4. Resultados de la observación de los subprocesos de fabricación de estructuras metálica hasta lograr el producto final dentro de la empresa relacionada con los métodos, maquinarias, materiales, procesos y recursos humanos.....	161
Anexo 5. Modelo de guía de entrevista realizada a los informantes de la organización	164



RESUMEN

El estudio realizado tuvo como propósito proponer de mejoras en los procesos de una planta dedicada a la fabricación de estructuras metálicas para incrementar su eficacia. La organización está dedicada a la elaboración e instalación de estructuras metálicas para los sectores de minería, petróleo y gas, infraestructura pública e infraestructura privada, a partir de la situación detectada en la que se manifiesta incumplimiento en las fechas de entrega según hitos contractuales de los proyectos, lo que incide directamente sobre el proceso de montaje *in situ* de los elementos fabricados, que no pueden ser instalados en obra por la empresa que el cliente contrató para el montaje, según programación de hitos alineados del proyecto. El estudio fue realizado desde la perspectiva cualitativa con la modalidad de estudio de caso, mediante la observación directa, la entrevista a diez miembros de la empresa y el análisis de documentos, registros estadísticos de la organización e indicadores de gestión. En los resultados se mostró el desarrollo de un modelo de integración horizontal de los procesos bajo el enfoque de Industria 4.0, para maximizar la continuidad de actividades con minimización de los tiempos, niveles de costos y mejora de la calidad, efectividad en los tiempos y las decisiones. El estudio concluyó que la propuesta de mejora realizada se orienta a la integración de los subprocesos específicos utilizados en cada una de las etapas del proceso general (comercialización, planeación, logística y producción) mediante la interconexión de datos, el incremento de la fluidez en la información con efecto directo en la eficiencia de los resultados, minimizando los tiempos invertidos en las tomas de decisiones y una mejora general del proceso de manufactura.

Palabras clave: gestión de operaciones, gestión de proyectos, Industria 4.0, mejora de procesos.

ABSTRACT

The purpose of the study was to propose improvements in the processes of a plant dedicated to the manufacture of metal structures to increase their efficiency. The organization is dedicated to the development and installation of structures for the mining, oil and gas, public infrastructure and private infrastructure sectors, based on the situation detected in which non-compliance is manifested in the delivery dates according to contractual milestones of the projects, which directly affects the assembly process *in situ* of the manufactured elements, which cannot be installed on site by the company that the client hired for the assembly, according to the programming of aligned milestones of the project. The study was carried out from the qualitative perspective with the modality of case study, through direct observation, interview with ten members of the company and analysis of documents, statistical records of the organization and management indicators. The results showed the development of a horizontal integration model of processes under the Industry 4.0 approach, to maximize the continuity of activities with minimization of times, cost levels and improvement of quality, effectiveness in times and decisions. The study concluded that the improvement proposal made is aimed at the integration of the specific subprocesses used in each of the stages of the general process (marketing, planning, logistics and production) through the interconnection of data, increasing the fluidity in the information with direct effect on the efficiency of the results, minimizing the time invested in decision making and an overall improvement of the manufacturing process.

Keywords: operations management, project management, Industry 4.0, process improvement.

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO FINAL

La sección introductoria de la investigación presenta los antecedentes relacionados con la variable de estudio, con la intención de describir el contexto bajo el cual se realizó la intervención en la organización. De igual manera, se realizó la formulación del problema de la cual se derivaron los propósitos u objetivos de la investigación, que sirven para orientar el desarrollo del estudio. La sección termina con la presentación de los alcances del proyecto final y su justificación teórica, práctica y académica.

1.1. Antecedentes

En las últimas tres décadas, han ocurrido diversos cambios a nivel mundial motivados por la globalización y la integración tecnológica en los procesos internos y sus relaciones con las cadenas de suministros (Saucedo et al., 2018). En consonancia con la rapidez de dichos cambios y la complejidad de sus actividades, la gestión de proyectos de las organizaciones debe incluir la incorporación de nuevas competencias en el factor humano y el mejor uso de sus recursos materiales, tecnológicos y financieros (Huang et al., 2018). Es así, que Happonen y Ghoreishi (2022) explicaron que las tecnologías digitales empleadas en la actualidad ayudan a transferir datos en tiempo real sobre la condición, la disponibilidad, la accesibilidad y los recursos de materiales y productos.

En este sentido, gran parte de los alcances que se han obtenido en las mejoras en la gestión ha sido a partir del uso de un enfoque basado en procesos para dar respuesta a las necesidades de ser más competitivos, la sistematización de los procesos y la creación de entornos colaborativos, que facilite el trabajo en equipo, los resultados y la innovación (Cabrera et al, 2015). De esta forma, al aprovechar las nuevas tecnologías en sus procesos internos, una organización puede aumentar su agilidad organizacional, adaptabilidad y resiliencia para hacer frente al entorno competitivo actual al convertirse en un socio valioso e innovador en la dinámica de poder con sus contrapartes (Han & Trimi, 2022).

Sin embargo, las características del contexto internacional en el mediano plazo, en las que se observa un crecimiento desacelerado en la producción y la actividad comercial, así como desequilibrios en los mercados financieros internacionales motivados por la pandemia del COVID 19, crea nuevos retos para las empresas en relación con un

desarrollo continuo y sostenible (Inshakova & Frolova, 2020). Esta nueva visión de la gestión empresarial debe alinearse con modelos de gestión de calidad que incluya políticas empresariales flexibles y adquisición de bienes y servicios mediante la gestión de proyectos (Cepal, 2014).

A nivel internacional, las investigaciones que se han desarrollado en cuanto a la aplicación de la gestión por proyectos en las organizaciones Picotto (2020) y Silvius (2017) identifican dos tendencias: (a) la creación de formas de gestión que consideren los modelos estandarizados que han sido utilizadas como prácticas comunes a nivel nacional e internacional, lo que es eficiente para mejorar de manera aislada el desempeño de las funciones que den respuesta a los intereses de los grupos de interés (Picotto, 2020), y (b) el desarrollo de esquemas de calidad empresarial integrados con los sistemas de información y comunicaciones que aseguren la satisfacción de los participantes y beneficiarios de los procesos que realiza la organización (Silvius, 2017). Sin embargo, la aplicación de estos modelos se dificulta ante la incapacidad de las organizaciones de detectar oportunidades de mejoras, la ausencia de un equipo de trabajo con las habilidades adecuadas y no contar con un plan formalizado para la gestión, que permita alcanzar sus objetivos (Demikerssen & Ozorhon, 2017).

A nivel latinoamericano, se observa un incremento de la Gerencia de Proyectos como práctica común en las organizaciones. En este sentido, las iniciativas de gerencia de proyectos en la región manifiestan un crecimiento similar a los resultados globales del Project Management Institute. Es decir, entre 10 y 20% anual (Mattar y Cuervo, 2017). A pesar de ello, el Banco Interamericano de Desarrollo BID (2019) indica que entre los principales desafíos que afrontan las organizaciones en la actualidad se encuentra la manera de cómo convertir las propuestas en realidades específicas que contribuyan con el crecimiento económico. De allí surge la necesidad de actualizar conceptos y herramientas que puedan ser aplicados en la gestión por proyectos (BID, 2019).

Por otra parte, la evolución de los mercados y requerimientos de los clientes con el más alto nivel de precisión se ha logrado crear con las TIC, formas alternativas para las operaciones en las empresas, y solo las empresas con la capacidad de adaptarse más rápido a las innovaciones tecnológicas pueden permanecer en el mercado (Ghobakhloo, 2019). La más reciente revolución en el sector industrial, conocida como Industria 4.0, concibe los procesos de la empresa como un sistema general e integrable, lo que

representa un desafío que se debe cumplir para enfrentar las distorsiones en las perspectivas presentes en las economías mundiales (Frank et al., 2019). Debido a ello, los efectos favorables y las restricciones planteadas con la implementación de estrategias relacionadas con industria 4.0 con miras a crear organizaciones sustentables a partir de las perspectivas económicas ambientales y sociales es uno de los temas que se ha convertido en objeto de mayor interés para los investigadores en los años recientes (Benítez et al., 2021)

Con la integración de los sistemas de tecnología y comunicación en los procesos de las empresas, se está llevando a nuevos niveles de demanda por parte de clientes de todas las industrias, aumentando la prisa por los sistemas productivos para brindar una respuesta rápida y eficiente (Saucedo et al., 2018). En el área organizacional y empresarial todas las operaciones deben estar integradas bajo modelos de información virtual, lo que provoca una mayor eficiencia en el flujo (Bai et al., 2020). Por ello, Gusmao et al. (2022) explicaron que, en la actualidad, la Industria 4.0 representa un movimiento mundial para incrementar la productividad y la efectividad de las operaciones internas, así como la integración de los componentes de las redes de suministro; acciones que implican nuevas formas de pensamiento y cambios en las actitudes y la gestión del conocimiento que perfeccionan los procesos de manufactura.

Debido a la alta competitividad en el cual se desenvuelve el mundo empresarial en la actualidad, muchas empresas en el ámbito internacional han buscado la forma de integrar nuevas filosofías y estrategias de mejora, para cumplir las cuotas de mercado; lo que impacta favorablemente sobre los resultados económicos que aseguren la permanencia de la organización en el mercado (Demikerssen y Ozorhon, 2017). Por ello, la aplicación de diversas herramientas tecnológicas busca atender de manera constante y eficiente la demanda de los clientes, con estructuras organizacionales sólidas que trabajen con sinergia y agreguen el máximo valor a su producción, para desarrollar servicios o productos (Frank et al., 2019).

Asimismo, la reorganización de las operaciones mediante la integración de información y tecnología no se convierte en un cambio estructural, sino que implica adoptar la tecnología y la gestión a un nuevo nivel de sistemas operativos, herramientas que crean el valor potencial de las actividades (Bai et al., 2020); de igual modo Benítez et al. (2021) expusieron que la sostenibilidad de la Industria 4.0 contribuye a la toma de

decisiones al ayudar a los gerentes, ingenieros de procesos y partes interesadas a comprender y estimar los impactos esperados de las tecnologías en los aspectos económicos, ambientales y sociales.

En palabras de Huang et al. (2019), la perspectiva de mejora conocida de manera general como Industria 4.0 fusiona tecnologías de sistemas de producción con procesos de producción inteligentes para preparar a las empresas para la próxima era tecnológica que está transformando los negocios y el valor de las cadenas de producción. De acuerdo con estos autores, existen cuatro factores específicos involucrados en la decisión de las organizaciones de dar el gran paso de la fabricación tradicional a la Industria 4.0: (a) carencias en adaptación tecnológica, (b) bajo respaldo de inversión, (c) falta de visión de gestión y (d) falta de competencias del equipo. De acuerdo con los hallazgos de su estudio, se ha identificado que las empresas peruanas necesitan trabajar en estrategias que ayuden a mejorar estos cuatro factores y brinden una oportunidad para implementar tecnologías de Industria 4.0.

Bajo este esquema, se puede interpretar que el cambio organizacional es imperativo, les permite desarrollar ventajas en un mercado donde la liberalización económica es una pauta crucial; eso provoca un entorno complicado de demandas laborales crecientes, provocando que todas las empresas trabajen en una línea de mejora continua y alta productividad en sus procesos y la administración (May & Stahl, 2017). Una práctica importante para lograr estos objetivos es la integración de las operaciones comerciales; en base a este concepto, se hace necesario incorporar mejoras que incrementen la eficiencia en cada uno de los eslabones de la cadena de valor planteada para la organización (Stouten et al., 2018). Debido a lo antes descrito, es importante la identificación de oportunidades, prospectos y logros en la implementación de las distintas herramientas en la industria 4.0 a través del pensamiento crítico y evaluación de recursos científicos (Frank et al., 2019).

En cuanto a la situación específica de la empresa analizada, una actividad exploratoria en los procesos de manufactura en la organización permitió evidenciar la presencia de ciertas debilidades relacionadas con la eficacia, especialmente aquellas que demuestran la necesidad de mejorar las formas de planear, pensar y gestionar, asociadas con la integración de los procesos y mejoras en la planificación, que conviertan a la organización en una entidad más sustentable en el tiempo. Tales debilidades son: (a)

desorganización en el área de producción; (b) falta de planificación (c) ausencia de métodos de medición de resultados; (d) falta de formación profesional para el recurso humano; (e) tiempos muertos entre operaciones y (f) bajo nivel de reconocimiento de acciones que agregan valor.

A pesar de que la empresa cuenta con una capacidad de planta instalada que aún no ha sido utilizada en su totalidad, manifiesta debilidades en el logro de la eficacia y la satisfacción de los clientes – medido a través del cumplimiento del nivel de pedidos – motivado por barreras como debilidades en la organización del trabajo, ausencia de estándares y falta de actualización en los procesos formativos, que trae como consecuencia un nivel inaceptable de productos defectuosos y re procesos continuos.

En este sentido la empresa ha decidido emprender acciones hacia la mejora continua mediante la implementación de programas basados en la integración de las TIC desde la perspectiva conceptual de la industria 4.0, que generen el cambio dentro de la organización mediante mejoras y reducción de desperdicios a lo largo del proceso, apuntando al incremento de la eficacia, la respuesta a los intereses del cliente, los socios y el talento humano, la mejora del clima organizacional y la generación de un ambiente de aprendizaje constante.

En este sentido, el difícil acceso al uso de nuevas tecnologías es una de las debilidades en muchas organizaciones, lo que implica una baja intensidad tecnológica de producción, de acuerdo con las nuevas tendencias. De mantenerse la situación planteada y no aplicar planes de mejora acordes con las necesidades de crecimiento de la organización, la empresa objeto de estudio podría tener dificultades para cumplir con el plan de producción necesario para satisfacer su demanda; no dispondría de una metodología y documentación estandarizada para la administración y ejecución del proceso productivo, lo que comprometería su posición competitiva en el mercado; se producirían retrasos en la implementación de acciones correctivas en los proyectos y se dificultaría la evaluación de resultados y el aprendizaje para futuras negociaciones.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuáles aspectos deben considerarse para incorporar mejoras en los procesos e incrementar la eficacia en una empresa de fabricación de estructuras metálicas?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es la situación inicial de la empresa en cuanto a la eficacia en la fabricación de estructuras metálicas?
- b) ¿Cuál es la alternativa de mejora más conveniente para incrementar la eficacia en la fabricación de estructuras metálicas en la organización desde la perspectiva de la Dirección de Operaciones y Proyectos?
- c) ¿Como mejorar los procesos de fabricación de estructuras metálicas para incrementar la eficacia en la empresa?
- d) ¿Cuáles son los costos y beneficios que permitan validar la propuesta de mejoras en los procesos de fabricación de estructuras metálicas para incrementar la eficacia en la empresa?

1.3. Objetivos del proyecto final

1.3.1. Objetivo general

Proponer un plan de mejoras en los procesos en una planta de fabricación de estructuras metálicas para incrementar su eficacia.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Diagnosticar la situación inicial de la empresa en cuanto a la eficacia en la fabricación de estructuras metálicas.
- b) Evaluar las alternativas de mejora que permitan incrementar la eficacia en la fabricación de estructuras metálicas en la planta desde la perspectiva de la Dirección de Operaciones y Proyectos
- c) Diseñar un plan de mejoras en los procesos de fabricación de estructuras metálicas para incrementar la eficacia en la empresa.

- d) Determinar los costos y beneficios que permitan validar la propuesta de mejoras en los procesos de fabricación de estructuras metálicas para incrementar la eficacia en la empresa.

1.4. Alcance del proyecto final

El alcance espacial del estudio elaborado fue el área de Producción de la empresa objeto de estudio, en el ámbito de estudio de los procesos de fabricación. Los datos utilizados se obtuvieron de la base de datos suministrada por la referida organización, así como los realizados por los investigadores en diferentes etapas del proceso.

En cuanto al alcance temporal, la propuesta de mejoras en los procesos de fabricación de estructuras metálicas para incrementar la eficacia en la empresa se cumplió entre los meses de enero y junio de 2021.

Desde el punto de vista conceptual, la investigación tomó como referentes conceptuales diversas metodologías desarrolladas para la mejora de procesos productivos, con énfasis en las técnicas asociadas a la Industria 4.0 (integración horizontal, conectividad de equipos y maquinarias, automatización de procesos) concebidas como nuevas tecnologías están permitiendo niveles cada vez más altos de eficacia de producción.

1.5. Justificación del proyecto final

El modelo de plan de mejoras en los procesos de fabricación de estructuras metálicas para incrementar la eficacia en la empresa estudiada. tiene como principal objetivo establecer una metodología que relacione la gestión de proyectos con las estrategias de producción de la organización. Su aplicación sobre los procesos productivos contribuye a implementar las mejores prácticas, que ayude a organizar los procesos y documentos; defina las prácticas más adecuadas para gestionar las actividades y mejorar su competencia y capacidades. A partir de los resultados del diagnóstico, se va a obtener un plan de mejoras que la organización debe asumir, en vista de que su implementación podría implicar cambios en los procesos, la generación del conocimiento colaborativo y la incorporación de nuevas formas de trabajo.

La investigación es relevante desde el punto de vista teórico, ya que para su realización reconsideran diversos enfoques conceptuales y teóricos en torno a la evolución de las mejores prácticas de manufactura y cómo éstas pueden incidir en el

desarrollo de la eficacia organizacional, con el propósito de crear una sustentación documental que permita la discusión de los resultados obtenidos en la fase de aplicación práctica.

De igual manera, es relevante desde la perspectiva social, toda vez que permitirá el desarrollo de conocimientos relacionados con las aplicaciones de mejoras desde la perspectiva de la Dirección de Operaciones y Proyectos y su incidencia en la gestión de producción de una empresa del sector metalmecánico, que pueda ser consideradas para mejorar las actividades de empresa similares. Desde la perspectiva metodológica, la investigación propone la aplicación de un estudio de tipo aplicado, que permita hacer resultados replicables en otras áreas de la organización, así como en otras empresas.

La importancia del estudio radica en el hecho de que esta metodología se ha implementado cada vez más en las organizaciones, como sistemas para incrementar la eficacia y competitividad, en las cuales es necesario la aplicación de mejores prácticas y técnicas, por lo que se ven impulsadas a adaptar metodologías que les permitan adaptarse a los cambios del entorno, mejorar sus procesos, satisfacer al cliente y controlar en forma estandarizada la complejidad de sus operaciones.

1.6. Consideraciones finales del capítulo

En forma resumida, a lo largo de este capítulo se destacó la importancia de la gestión por proyectos, y los distintos enfoques propuestos para dar respuesta a la necesidad de mejorar de manera continua, la sistematización de los procesos y la creación de entornos colaborativos. Con el desarrollo del contexto de las variables y la descripción de la situación inicial en la organización se formuló el estudio, lo que sirvió para elaborar de los objetivos de la investigación, la cual se propone de manera metodológica cumplir con los pasos de: (a) diagnóstico de la situación actual, (b) evaluación de alternativas de mejora; (c) desarrollo del plan de mejoras y (d) análisis de costo beneficio.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En esta sección se procedió a realizar una revisión de diversas investigaciones elaboradas en torno a las implicaciones de la gestión de proyectos y a las mejoras incorporadas a las organizaciones a través de la Industria 4.0. para hacer una comparación entre los estudios disponibles en la literatura y los alcances de la investigación realizada. Asimismo, el marco teórico incluye los conceptos, junto con sus definiciones, y teorías existentes que se utilizan para el estudio de la gestión de proyectos.

2.1. Antecedentes de la Investigación

Mediante la recopilación de los antecedentes del estudio se busca incorporar contexto al marco de la investigación mediante la revisión de los aspectos más importantes de investigaciones previas vinculadas con el objeto de estudio, tanto a nivel internacional como a nivel nacional. Los estudios más relevantes que fueron analizados son los siguientes:

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Harihamand et al. (2022) realizaron un estudio para evaluar la aplicación de la inteligencia artificial en la gestión de proyectos de construcción. Se realizó bajo el enfoque mixto, con información obtenida de los procesos de diversas empresas del sector de la construcción en India, así como las opiniones de las personas responsables de la toma de decisión. En sus resultados se mostró que las técnicas y los métodos asumen una parte básica en la ejecución convincente del proyecto. Mientras que el plan de la conciencia hecha por el hombre incluye el surtido de información, el alistamiento, y traducción de análisis para aclarar la demostración del conocimiento humano y la utilización de cálculos no matemáticos para abordar problemas complejos. Por lo tanto, hay varios usos para los dispositivos en cuatro aspectos: control en el intercambio de proyectos, gestión de riesgos de proyecto, adquisición de materiales proyectos y la incorporación de actividades al proyecto. El estudio concluyó que lo más relevante en este tipo de proyectos son las ejecuciones organizacionales de razonamiento y programación computarizados utilizadas en este espacio, así como guías útiles para contrastar y el desarrollo tradicional para la toma de decisiones. El aporte de esta investigación radica en la manera como clasifica las actividades necesarias para realizar una gestión de proyectos asociadas con la implementación de nuevas tecnologías.

Cristaldo et al. (2021) desarrollaron un estudio con el propósito de valorar la efectividad de las métricas basadas en minería de datos para la evaluación sistemática de metodologías de

gestión de proyectos de software. Fue realizado bajo el enfoque mixto, bajo la metodología de revisión sistemática. En los resultados se mostró que las métricas permiten la evaluación de metodologías de gestión de proyectos, pueden identificar aspectos relacionados con los resultados y la economía de recursos, por lo que se hizo una propuesta de métricas para evaluar el desempeño en el uso de metodologías de gestión de proyectos y los primeros resultados en un pequeño número de casos de uso. A partir de fuentes bibliográficas, se definen un conjunto de nuevas métricas para incluir aquellas valoraciones que hasta ahora son subjetivas o inexistentes. Como aporte del estudio, se incluye una presentación detallada de algunas de las métricas y su aplicación a un caso de estudio, tales como el grado de comprensibilidad comercial y el grado de complejidad del alcance del proyecto. También se analiza la aplicabilidad de la propuesta a casos reales.

Pan y Zhang (2021) elaboraron un estudio para proponer un marco digital integrado de minería de datos basado en la integración de técnicas de modelado de información de construcción (BIM) para la gestión avanzada de proyectos. Fue realizada como una investigación aplicada de tipo descriptiva. Los autores explicaron en sus resultados que los posibles cuellos de botella en el proceso actual se pueden prever utilizando la minería de datos difusa, mientras que el número de tareas terminadas en la siguiente fase se puede predecir mediante el modelo de promedio móvil integrado autorregresivo multivariante (ARIMAX). En consecuencia, la toma de decisiones tácticas puede realizarse no solo para evitar posibles fallas por adelantado, sino también para organizar el trabajo y el personal de manera razonable para que el proceso se adapte a las condiciones cambiantes. En resumen, el aporte del estudio se encuentra en la construcción de un marco teórico para la gestión avanzada de proyectos, que puede facilitar la comunicación y exploración de datos para comprender, predecir y optimizar mejor la construcción física de las operaciones.

Guertler y Sick (2021), hicieron un estudio cuyo propósito fue explorar los efectos habilitadores de la gestión de proyectos para las medianas empresas en la adopción de la innovación abierta y la creación un marco para la búsqueda y selección de socios en proyectos de innovación abierta. Fue realizada como un estudio exploratorio de tipo mixto. En sus resultados muestra que selección de socios de innovación abierta requiere una perspectiva estratégica y operativa, además que la singularidad de la configuración del proyecto y del socio necesita una gestión situacional del proyecto. Se concluye que la gestión de proyectos puede ayudar a cerrar la brecha entre el estado del arte académico y la práctica industrial de la innovación abierta; la gestión de proyectos y la innovación abierta muestran fortalezas

complementarias en términos de identificación y selección de socios y la combinación de ambos campos puede fortalecer las capacidades de detección de innovación abierta de las empresas. El aporte de este estudio a la investigación es el marco teórico que determinan los efectos que influyen sobre la gestión de proyectos y cómo incide sobre la innovación.

Frank et al. (2019), crearon una investigación para conocer los determinantes en la implementación de patrones en empresas manufactureras bajo la perspectiva de la Industria 4.0 en Brasil. Fue realizada bajo el enfoque cuantitativo de nivel explicativo. En sus resultados, los autores mostraron que la implementación de las tecnologías base es un desafío para las empresas, ya que el big data y la analítica aún tienen poca implementación en la muestra estudiada. En las conclusiones sostuvieron que es necesaria una estructura de capas tecnológicas de Industria 4.0, para lo cual mostraron niveles de adopción de estas tecnologías y su implicación para las empresas manufactureras. Sostienen además que la fabricación inteligente tiene un papel central en la Industria 4.0. El aporte del estudio a la investigación se encuentra en la manera como muestra que otras interfaces se complementan a la fabricación inteligente, pero aún son de baja implementación en muchas organizaciones

Rea y Basantes (2019) desarrollaron un estudio para proponer un sistema de manufactura flexible orientado a la Industria 4.0 en Ecuador. Fue realizada como una investigación de tipo cuantitativa de nivel aplicado, cuyos resultados mostraron las diversas fases de implementación de un sistema modelo de manufactura que contribuyeron a simplificar y estandarizar las actividades de producción basada en la flexibilidad de la Industria 4.0, y de esa forma dar respuesta en forma oportuna a las necesidades del mercado. Los autores concluyeron que la aplicación de este tipo de tecnología genera una transformación producto de la integración de las tecnologías de fabricación con los sistemas de información, lo que permite automatizar los procesos, generar información inmediata y dinamizar las estructuras de las organizaciones en beneficio de su eficacia y las necesidades de los clientes. El aporte de la investigación se encuentra en la descripción de fases de la gestión del proyecto (entrada de materiales, procesamiento, almacenamiento y distribución) para generar mejoras en la gestión de manufactura.

Huang et al. (2018) realizaron una investigación para evaluar los factores que incidían en la implementación de las tecnologías 4.0 en empresas manufactureras en Perú. Fue realizada como una investigación cuantitativa de tipo explicativa. En los resultados se identificaron cuatro factores que responden a la pregunta principal de la investigación: ausencia de cambios

en la tecnología, bajos niveles de inversión económica, escasa visión holística de la administración y falta de trabajadores calificados. Los investigadores concluyeron que las empresas de manufactura peruanas necesitan trabajar en estrategias que ayuden a mejorar estos cuatro factores y brinden una oportunidad para implementar tecnologías de Industria 4.0. Sin embargo, no sería difícil para el país si los esfuerzos se concentran en la integración tecnológica y el desarrollo de infraestructura tecnológica. El aporte del estudio realizado se encuentra en la identificación de los impulsores y barreras de acceso para implementar la tecnología 4.0 (ausencia de tecnología, falta de inversión, calificación del recurso humano y apoyo gerencial) y evaluar la manera como éstos pueden afectar la realización de los diagnósticos previos a la implementación.

Santos et al. (2018) desarrollaron un estudio cuyo objetivo fue determinar la contribución de las tecnologías de la Industria 4.0 al desarrollo empresarial en Brasil. Fue realizada como una investigación de enfoque mixto, cuyos resultados expusieron que la mayoría de las tecnologías provistas por la industria 4.0 contribuyen con el desempeño organizacional, al contrario de otras prácticas emergentes. A partir de estos resultados se analizaron las condiciones y el contexto bajo el cual se desarrolla la industria brasileña y su adaptación a los modelos De Industria 4.0 desarrollados en países más avanzados. En las conclusiones se indicó que se logró desarrollar un marco conceptual respecto a la percepción de los gerentes de las industrias respecto a tecnología y la manera de cómo alcanzar los beneficios esperados. El aporte del estudio realizado fue precisamente el marco conceptual que permite ubicar la manera como las tecnologías de la industria 4.0 han contribuido con el desarrollo de las organizaciones en el sector de la manufactura.

Lombardero (2015) elaboró una investigación con el propósito de hacer una comparación sistémica y de competencias de la gestión empresarial en el marco de la digitalización de la economía, tomando como marco de referencia la Industria 4.0 en España. Fue desarrollada como una investigación mixta de enfoque interdisciplinario, cuyo resultado fue un inventario de competencias para el personal directivo de empresas en proceso de transformación digital, que se convirtió en insumo para desarrollar un modelo sistémico de competencias empresariales. El autor concluyó que todo proceso de actualización tecnológica empresarial debe considerar como factores clave las necesidades de cambio. Su aporte se encuentra en la identificación y descripción de la incorporación de las tecnologías emergentes a sus procesos internos, las estructuras organizativas, la organización del trabajo y los requerimientos de los clientes.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Paz (2021), realizó una investigación con el propósito de diseñar un sistema de gestión por proyectos basado en la metodología Lean Project Management que le permitiera a una empresa del sector manufacturero gestionar y ejecutar sus proyectos de manera eficiente. El estudio fue realizado bajo el enfoque mixto cuantitativo y cualitativo. En sus resultados la autora demostró que el diseño implementación y validación del sistema implica el análisis jerárquico de los datos, la definición de procesos y la documentación necesaria para el control de las condiciones y recursos empresariales en la gestión de proyectos. En sus conclusiones la autora indicó que se le ofreció a la organización un modelo para la gestión de sus proyectos acorde con las necesidades internas y la competitividad del mercado, cuya eficiencia contribuirá al incremento de los retornos económicos en menor tiempo. El aporte del estudio referido se encuentra en las metodologías que utilizó para la identificación de las causas raíz las cuales fueron replicadas en la presente investigación.

Reyes (2021), elaboró un estudio para proponer mejoras en los procesos productivos en la fabricación de tubos plásticos desde la perspectiva de la metodología Lean Manufacturing. Dicha investigación tuvo un enfoque cuantitativo de nivel descriptivo y aplicado, cuyos resultados mostraron estrategias más adecuadas para incrementar la eficiencia en la organización fue la aplicación de la metodología 5 S, el mantenimiento autónomo y la filosofía kaizen, las cuales daban respuestas a las hipótesis planteadas en la investigación. En sus conclusiones, el investigador indicó que se logró una reducción en los desechos de los procesos productivos en un 43.60%; reducción de las horas de mantenimiento en 28 75% con la implementación de las actividades de mantenimiento autónomo, y la implementación de los principios de la filosofía kaizen permitió un incremento en el rendimiento de los trabajadores en 4.87%. El aporte de este estudio se encuentra en la identificación de los indicadores apropiados para medir los avances de la gestión de producción en cuanto a la eficacia, los cuales son: (a) desempeño, (b) rendimiento, (c) calidad y costo de entrega.

Briones y Medina (2020), desarrolló una investigación con el propósito de identificar las actividades estratégicas de una empresa del sector textil para adaptarse al proceso de implementación de la industria 4.0. fue realizada como una investigación mixta cuantitativa y cualitativa de tipo caso de estudio y de nivel descriptivo. En sus resultados las autoras diseñaron un mapa de ruta de implementación a partir de tres etapas: evaluación, planeación e implementación. Con este propósito se identificaron las oportunidades para predecir las

acciones futuras de la empresa, diseño de planes de acción específicos, así como la aplicación de los proyectos e iniciativas relacionadas con la industria 4.0 incorporación de la tecnología en las actividades de manufactura, prácticas que fueron acompañadas de un panel de monitoreo basado en indicadores de gestión. El aporte del estudio se encuentra en la importancia de emplear el modelo de procesos analítico jerárquico para la toma de decisiones, y la organización de un perfil estratégico que contenga objetivos acciones e indicadores agrupados en un cuadro de mando integral.

Cárdenas (2019), realizó un estudio con el objetivo de proponer mejoras para asegurar la eficiencia en los procesos internos de una procesadora de botellas de vidrio. La metodología empleada para la investigación fue cuantitativa descriptiva. Para dar respuesta a la problemática planteada en la organización se propuso el enfoque Lean Six Sigma, para el cual se determinaron los problemas a resolver, los objetivos de gestión del área de producción, y los lineamientos para mejorar la eficiencia, la reducción de la variabilidad y la disminución de los tiempos improductivos. dicha metodología fue aplicada en cinco fases en alineación con la estructura DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Controlar y Mejorar). El autor expone en sus conclusiones que los principales errores relacionados con la información se encontraban en la inspección, el mantenimiento de los equipos de moldeo, mal estado de los equipos, proceso inadecuado de calibración y debilidades en el control. con las mejoras propuestas se estimó un incremento de la eficiencia en un 3.48%. El aporte del estudio se encuentra en la manera como describe los procesos del área de producción y las actividades desarrolladas para mejorar dichos procesos, en una metodología acordes con la gestión de proyectos.

Espinoza (2019) elaboró un estudio para desarrollar mejoras continuas en la producción de una empresa de productos plásticos. Fue desarrollada bajo los principios de una investigación aplicada. En sus resultados el investigador mostró que la aplicación de la metodología denominada PDCA o ciclo de Deming, en conjunto con principios de manufactura esbelta, contribuyen a aumentar la eficiencia en la producción de la empresa objeto de estudio. En las conclusiones los autores indicaron que el desarrollo de propuestas de mejora debe estar acompañado del fortalecimiento del conocimiento del personal mediante capacitación, la creación de procesos estandarizados, el uso de herramientas de diagnóstico provistas por la Ingeniería Industrial y la determinación de los indicadores de gestión más adecuados para controlar la mejora de los procesos. Asimismo, con los cambios propuestos se logró superar la meta inicial de 5% de defectos en los procesos de molido además de demostrar la factibilidad económica de la implementación. El aporte del referido estudio se encuentra en el uso de

herramientas de diagnóstico para identificar las causas que generan el problema, las cuales fueron tomadas en cuenta para realizar el diagnóstico en esta investigación.

De esta manera, el conjunto de antecedentes revisados sirvieron como aporte para: (a) la clasificación de las actividades necesarias para realizar una gestión de proyectos asociadas con la implementación de nuevas tecnologías y las métricas permiten la evaluación de metodologías de gestión de proyectos; (b) construcción de un marco teórico para la gestión avanzada de proyectos, que puede facilitar la comunicación y exploración de datos para comprender, predecir y optimizar mejor la construcción física de las operaciones y (c) descripción de fases de la gestión del proyecto – entrada de materiales, procesamiento, almacenamiento y distribución – para generar mejoras en la gestión de manufactura.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Mejora de procesos empresariales

La mejora de los procesos empresariales es uno de los factores más comunes en las organizaciones en la actualidad (Bakotic & Krnic, 2017). Los recientes cambios en el entorno económico como clientes exigentes, procesos de globalización, la crisis económica y los problemas regulatorios entre otros, crean presión sobre las empresas y su desempeño. Por lo tanto, los proyectos de mejora de procesos se vuelven necesarios para que las empresas sean y permanezcan competitivas en el mercado (Beerepoot et al., 2019). En resumen, las iniciativas con las mejoras de procesos son el medio para desarrollar los procesos de la organización para cumplir más eficazmente con sus objetivos comerciales.

De igual manera, la mejora de procesos empresariales consiste en la identificación y aplicación de las mejores prácticas por parte de los líderes de una organización, que contribuyan con su crecimiento sostenido, realizado de manera específica en áreas de atención clave (Lehnert et al., 2017). Este proceso también se puede denominar mejora funcional del proceso.

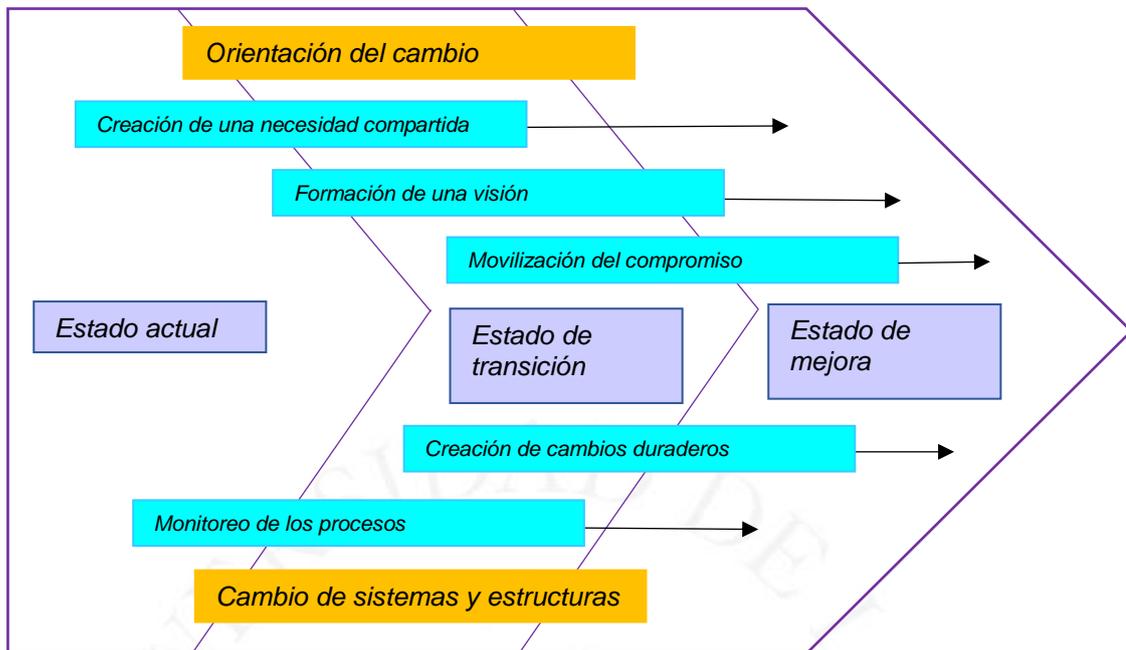
Desde la perspectiva de los avances en los estudios en torno a la mejora, la gestión de procesos empresariales (conocido por sus siglas en inglés como BPM) es un área integrada de las ciencias gerenciales y la ingeniería que promueve resultados consistentes y la práctica para aprovechar las oportunidades de mejora mediante la supervisión del desempeño del trabajo interdisciplinario en las organizaciones (Ibrahim et al., 2019). Asimismo, van Assen (2021) explicó que este tipo de prácticas a menudo se considera como una colección de acciones que se pueden utilizar para lograr un alto rendimiento operativo. Sin embargo, con base en la teoría

contingencial y la teoría de las cuentas racionales, se demuestra que las organizaciones crean un ajuste entre las prácticas vanguardistas y el contexto organizacional percibido. Específicamente, el autor demostró que el impacto de las BPM en el desempeño de la mejora de procesos aumenta en un entorno donde la estandarización de procesos se considera importante. Sin embargo, también mostramos que las mejoras se relacionan positivamente con el desempeño centrado en el cliente y que esta relación se modera positivamente en un entorno donde la efectividad del cliente se considera importante.

Por lo tanto, es una responsabilidad de la gerencia analizar sus procesos comerciales y mejorarlos para que sean más eficientes y productivos (Lehnert et al, 2019). La naturaleza compleja del entorno empresarial exige cambios rápidos y significativos, para sobrevivir en tales entornos, los gerentes se ven obligados a responder rápidamente a estos cambios revisando sus procesos comerciales (Ibrahim et al., 2019). La identificación y mejora de los procesos comerciales se engloba en BPM y requiere que estas organizaciones sean más receptivas al cambio. Por su parte, los avances en las ciencias gerenciales han traído varias herramientas y técnicas que ayudan a las organizaciones a ser más receptivas y adaptables, por ejemplo, Business Process Improvement (BPI) permite a las organizaciones mejorar sus procesos comerciales de forma gradual y continua. De acuerdo con Ibrahim et al. (2019), los elementos clave del cambio en una mejora de procesos empresariales son los que se muestran en la Figura 2.1:

Figura 2.1.

Aspectos clave del cambio en una mejora de procesos empresariales



Nota: Ibrahim et al. (2019): Towards successful business process improvement – An extension of change acceleration process model (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225669>)

Esta imagen permite visualizar los elementos que son comunes a todas las iniciativas de cambio exitosas a medida que una organización pasa de su estado actual, a través de la transición y al estado mejorado o futuro (Ibrahim et al., 2019). Asimismo, los recursos humanos, como recurso clave de cualquier empresa, representan su dinámica y factor de creatividad y, como tales, representan un aspecto crucial para la mejora de los procesos de negocio (León, Rodríguez y Gómez, 2020). A saber, para lograr la mejora de los procesos o para implementar con éxito el negocio proyectos de mejora es necesario no solo asegurar los recursos humanos adecuados, sino también para lograr su compromiso y compromiso óptimos (El Hadj & Ayachi, 2017). Los recursos humanos son los que necesitan observar y absorber los objetivos y la importancia de tales proyectos, y adoptar e implementar nuevos enfoques en la organización y gestión (León et al., 2020).

2.2.2. Industria 4.0

La más reciente de las revoluciones industriales, la cual ha adoptado el nombre genérico de Industria 4.0, concibe el conjunto de operaciones de las empresas como un sistema único e integrable, lo que se convierte en un desafío que se debe enfrentar para alcanzar la estabilidad y la permanencia en el mercado frente a la amenaza de la globalización (Gorecky et al., 2014).

En este sentido, Saucedo et al. (2020) definen la Industria 4.0 como la aplicación de diversas herramientas tecnológicas, para buscar para satisfacer constante y eficientemente la demanda de los clientes, con estructuras organizativas sólidas que trabajan con sinergia y agregar el máximo valor a su producción, para desarrollar servicios o productos; mientras que Frank et al. (2019) la conciben como la integración de recursos humanos materiales e intelectuales, interconectados a través de aplicaciones provistas por las TIC para facilitar el logro de los objetivos del plan de negocios y tener impacto favorable sobre la sociedad. Una tercera definición es la de Santos et al. (2018) quienes explicaron que la Industria 4.0 es un sistema holístico compuesto por herramientas TIC, factor humano, maquinarias y herramientas, para incrementar el valor en el flujo de materiales, servicios e información en un ambiente controlado a través de la cadena de suministro, lo que permite agregar un alto nivel de autonomía y capacidad de incidir de manera útil en las decisiones empresariales.

Por otra parte, Bai et al. (2020) explicaron que la Industria 4.0 pretende ser un nuevo paradigma de inteligencia y fabricación autónoma. Integra más profundamente sistemas de operaciones de fabricación con comunicación, información y tecnologías de inteligencia (Wang et al., 2017; Jeschke et al., 2017). Entre la lista de beneficios, la Industria 4.0 puede proporcionar empresas con modelos de negocio rentables, mayor eficiencia, calidad y mejores condiciones laborales (Hofmann & Rüsçh, 2017). Pero también desventajas que incluye falta de comprensión, costos, alteraciones del sistema heredado y las posibles desventajas energéticas han dificultado la toma de decisión respecto a la adopción de prácticas de Industria 4.0.

De acuerdo con Anagnoste (2017), las empresas se han orientado a incorporar técnicas de Industria 4.0 para abordar los siguientes desafíos típicos a los que se enfrentan: (a) reducción de costos, (b) aumento de la calidad y (c) procesos más rápidos. En este contexto, las actividades con mayor potencial de la automatización se encuentran en los departamentos de producción, finanzas, cadena de suministro y recursos humanos. Esto significa que los problemas a los que se enfrentan estas empresas se relacionan principalmente con altos volúmenes de entrada de datos, altas tasas de error, retrabajo significativo, numerosos procesos manuales, múltiples sistemas heredados no integrados y alta rotación debido a actividades repetitivas o de bajo valor agregado. Asimismo, Sun et al. (2022) explicaron que el análisis y el modelado de las preferencias de los clientes utilizando el aprendizaje profundo en el entorno informático de vanguardia son factores decisivos que contribuyan a mejorar las relaciones con los clientes en un mercado dinámico.

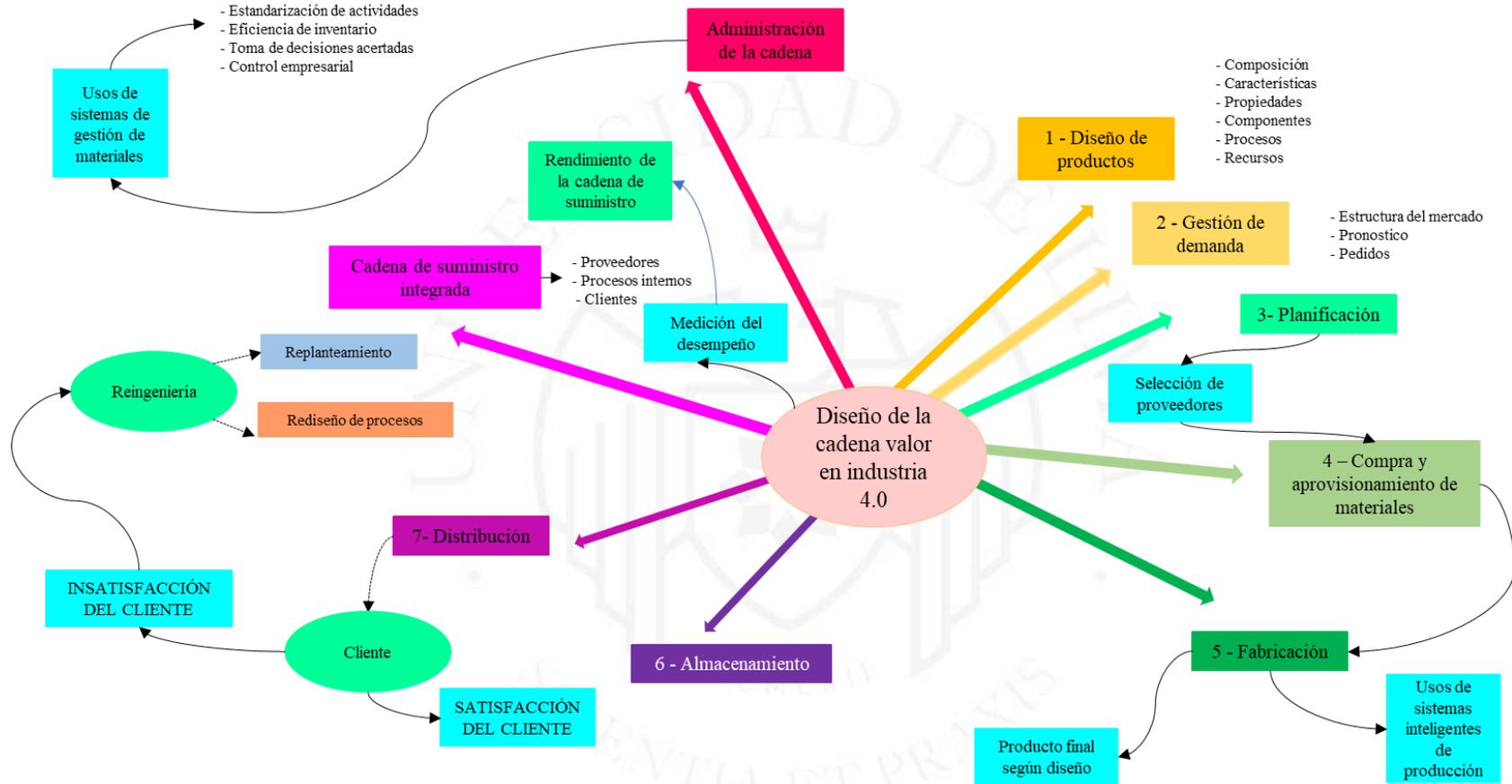
Al respecto, Han y Trimi (2022) propusieron un modelo de aprendizaje profundo de rendimiento para la previsión de demandas para que las empresas sean altamente eficientes y eviten el desperdicio, que está conformado por: (a) una hoja de ruta para la aplicación tecnologías de Industrias 4.0 para mejorar las capacidades de colaboración de las empresas; (b) una estructura para la estandarización Industria 4.0 para desarrollar y mantener la confianza entre los socios; y (c) una plataforma de ciencia de datos mejorada para sistematizar big data para extraer información crítica para soluciones de colaboración para las organizaciones.

Bajo un enfoque Industria 4.0, la función principal del trabajador será, por tanto, dictar una estrategia de producción y supervisar la implementación de esta por los procesos de producción autoorganizados (Gorecky et al., 2014). Al hacerlo, el lugar de trabajo clásico y estacionario se vuelve menos significativo debido a amplia información en tiempo real para redes y dispositivos móviles (Ghobakhloo, 2020). En La Figura 2.2 se visualiza un modelo de gestión empresarial bajo Industria 4.0, en el que se aprecia la integración de las gestiones de: diseño, mercadeo, producción y cadena de suministros de una manera integrada:



Figura 2.2.

Diseño de la cadena de valor en Industria 4.0.



Nota: modelo de gestión empresarial bajo Industria 4.0, en el que se aprecia la integración de las gestiones de: diseño, mercadeo, producción y cadena de suministros de una manera integrada, a partir de los postulados de Gorecky et al. (2014) y Ghobakhloo (2020)

De acuerdo con un estudio de Saucedo et al. (2020), las prácticas más comunes de Industria 4.0 a nivel internacional son las siguientes: big data y analítica, robots autónomos, simulación, horizontal y vertical integración de sistemas, Internet industrial de las cosas, ciberseguridad, fabricación aditiva, realidad aumentada y la nube.

2.2.3. Gestión de proyectos

La complejidad y flexibilidad de las actividades comerciales impulsan gestión de proyectos en una organización para desarrollar productos, servicios, procesos y actividades de marketing en muchas industrias. En dichas organizaciones, el desarrollo de habilidades relacionadas con la gestión de los proyectos es un aspecto relevante de su desarrollo, que implica el incremento del conocimiento, las actitudes del personal, las competencias y las experiencias (Chen et al., 2019).

De acuerdo con la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, creada por el Project Management Institute PMI (2017), un proyecto es un esfuerzo en un tiempo limitado que se realiza para crear un producto un servicio o un resultado en particular. La característica principal de un proyecto es su temporalidad: su existencia implica un principio y un fin previamente definidos (PMI, 2017). La culminación del proyecto ocurre cuando se logran sus objetivos, cuando se suspende ante la imposibilidad de alcanzar las metas planteadas, cuando la necesidad o requerimiento que originó el proyecto ya no existe.

En este sentido, Estrada (2015) indica que un proyecto es la suma de las actividades realizadas alcanzar un objetivo, y se busca conocer con anticipación el resultado, indicando los recursos humanos, materiales, financieros y el tiempo necesario para alcanzarlos; ofrecer soluciones a un escenario incierto, alcanzar en forma organizada un resultado de una acción que surgió de una incógnita, de las necesidades de un grupo social, evaluar los resultados de las operaciones realizadas y comenzar otro nuevo.

Por su parte, Guevara (2019), expresa que el propósito básico de la gestión de proyectos es la de gestionar los recursos que sean necesarios en la planificación de una estrategia o la creación de un producto o servicio, que permita responder a los requerimientos que iniciaron dicho proyecto. Asimismo, en un entorno caracterizado por la alta competitividad y la influencia de la tecnología, los directores, gerentes y administradores necesitan herramientas que contribuyan al mejoramiento de su gestión, les asegure el logro de las metas. Por ello, con la implementación de estándares de calidad

en la gestión de proyectos, se contribuye con la adquisición de destrezas y competencias para enfrentar la competitividad y la dinámica del entorno.

En relación con este contexto, Estrada (2015) expresa que la gestión de proyectos es relevante frente al desafío de incorporar el desarrollo sostenible de las sociedades, contribuye con la visualización de un futuro deseado y permite predecir los resultados, a través de las acciones necesarias para la toma de decisiones. La noción prevalente es que la gestión de proyectos sirve para administrar todos los recursos necesarios para la planificación de los recursos, las cuales conducen a un resultado determinado, esto para dar respuesta al objetivo primordial por el cual se dio inicio al proyecto (Chen et al., 2019).

Asimismo, Bustamante y Saboya (2014) indicaron que el resultado final de un proyecto es un producto, servicio o resultado específico, el cual puede ser tangible o intangible. Asimismo, mencionan que, a pesar de la presencia de actividades que son necesarias repetir en algunas fases del proyecto, dicha repetición no altera de ninguna manera no altera las características específicas en la gestión del del proyecto. En relación con esta característica, Talero y Rojas (2016) ponen por ejemplo los materiales necesarios para la construcción de un edificio comercial, los cuales requieren de materiales similares o iguales, con equipos de las mismas características o diferentes. A pesar de ello, cada obra de construcción es un proyecto único, con diferentes localizaciones y dan respuestas a distintas necesidades de diversos grupos de interés. Asimismo, la ejecución de un proyecto puede implicar desde un grupo reducido de personas, a una sola organización, o al trabajo conjunto de varias entidades.

De acuerdo con Sánchez et al. (2017), el sistema de gestión de proyectos se considera responsabilidad del director del proyecto y significa entregar los productos del proyecto en los plazos acordados, dentro de sus límites presupuestarios, y con las características establecidas en la fase de planeación. En consecuencia, generalmente se mide en base en el denominado “triángulo de hierro”: tiempo, presupuesto y alcance o calidad. Por otro lado, dicha gestión puede ser visto como responsabilidad del propietario del proyecto anticipar sus los beneficios (Badewi, 2016).

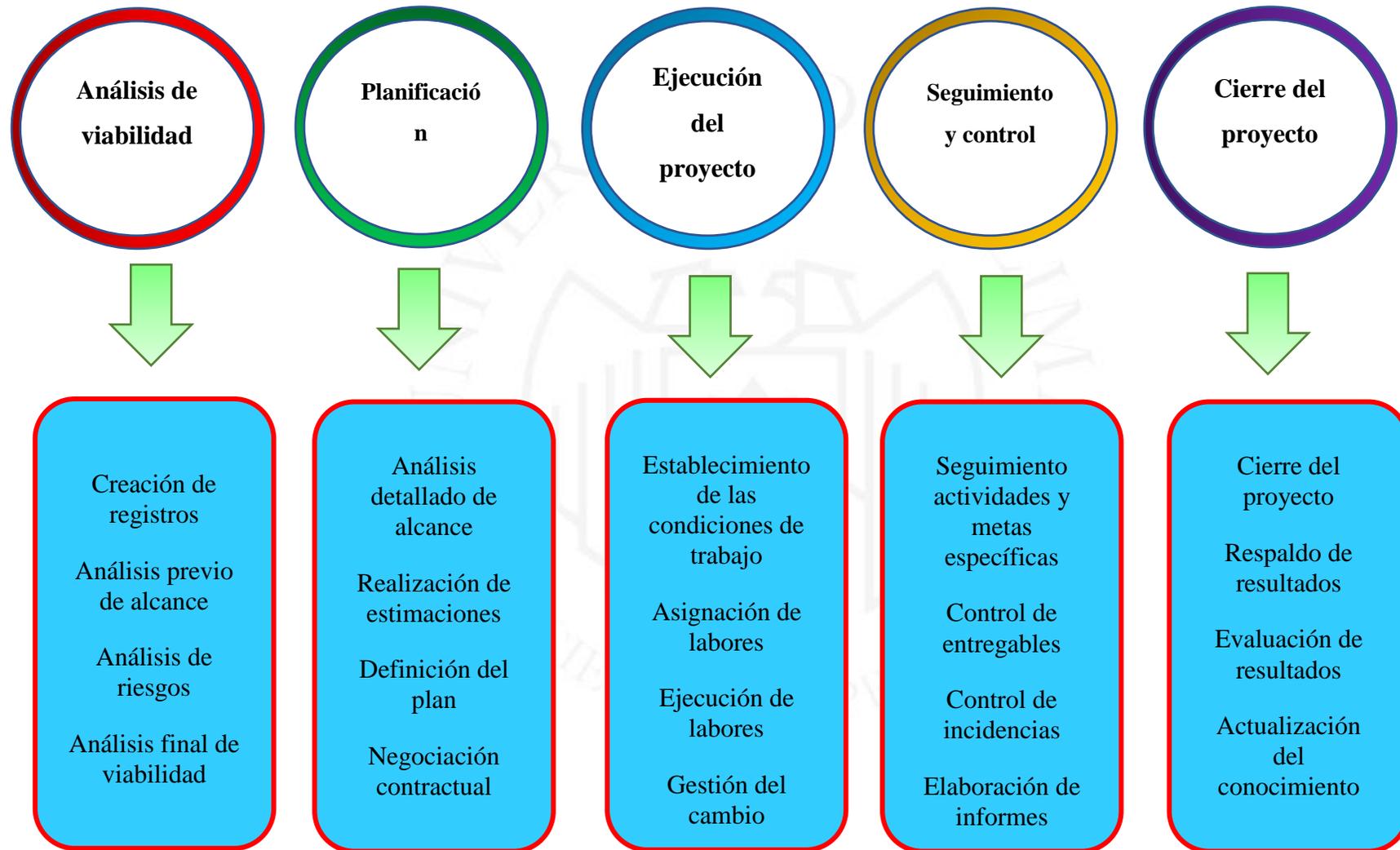
Por otra parte, la gestión de riesgos en el ámbito de la dirección por proyectos es un elemento esencial que asegura el logro de los objetivos de un proyecto. De esta manera, hay numerosos factores que contribuyen a aumentar los niveles de riesgo de este,

tales como el grado de innovación, limitaciones impuestas por el ambiente externo o cambios en las normas legales. En la actualidad, los proyectos están cada vez más expuestos a riesgos adversos, por lo que es importante llevar a cabo una eficiente gestión de riesgos que asegure el logro de los objetivos proyectados y la satisfacción de los grupos de interés (Álvarez, 2014).

A nivel global, el Project Management Institute (PMI), es en la actualidad, la organización más importante para la estandarización de proyectos; es responsable por la actualización y creación de nuevos procedimientos de trabajo, los cuales se agrupan en un documento denominado PMBOK (siglas en inglés de *Project Management Body of knowledge*, o Cuerpo de conocimiento de la gestión de proyectos), la cual es el marco referencial básico para la gestión de proyectos y la cual es tomada como base para la definición de estándares de otras organizaciones.

En este sentido, El PMBOK tiene como propósito facilitar la implementación de las mejores prácticas, a partir de la experiencia y aplicación de estas en diversas organizaciones, razón por la cual, al intercambiar la información, muchas de las organizaciones y profesionales certificados que trabajan bajo las normas del PMI, tienen acceso a una amplia base de datos. Por tanto, se puede indicar que el PMBOK, es una guía de referencia creada por el PMI, con el propósito de la estandarizar los proyectos, la cual es producto del conocimiento adquirido durante años, adicionalmente, incorpora los contenidos y terminología necesaria para uniformar las prácticas a nivel internacional. Asimismo, propone un conjunto de recomendaciones acerca de cómo realizar proyectos exitosamente y una relación entre los grupos de procesos y las áreas de conocimiento (Ver Figura 2.3), en la que se asignan actividades específicas en cada etapa del proceso de gestión:

Figura 2.3.
Etapas de la gestión de proyectos.



Nota: Elaboración propia, a partir de información del Project Management Institute (2017).

A partir de la Figura 2.3 se entiende la importancia del capital humano como base para desarrollar la gestión de proyectos, por ello el PMI ofrece las recomendaciones necesarias para la aplicación adecuada de los estándares, de manera ordenada y contribuyendo con la posibilidad de éxito. De esta forma, el objetivo es que el usuario pueda comprender las normas básicas de la gestión de proyectos y desarrollar con éxito sus actividades (Estrada, 2015). Por lo que la gestión de proyectos bajo la perspectiva metodológica del PMI es la aplicación de los estos conocimientos, las competencias, los materiales de trabajo y las técnicas que se requieren para comprender lo que favorece las mejoras y de esta manera alcanzar el éxito gerencial en cualquier proyecto

De esta manera, la Industria 4.0 ha sido adoptada por todo el mundo como la cuarta revolución industrial. También se conoce como fabricación avanzada o fabricación inteligente, y a menudo se usa indistintamente con la noción de transformación digital (Wang et al., 2017) El término industria 4.0 también es multidimensional y se refiere a las tendencias actuales en automatización, digitalización e intercambio de datos en tecnologías avanzadas y procesos de fabricación. Al asociar esta tendencia con la gestión de proyectos, López et al. (2020) explicaron que los directores de proyectos buscan comprender los cambios tecnológicos y evaluar cómo estos tienen efectos en la gestión de los proyectos. Además, el papel de la dirección de proyectos en el desarrollo de la Industria 4.0 es fundamental para su éxito, y viceversa, por lo que la gestión de proyectos evoluciona y se integra en todas las actividades laborales (Wang et al., 2017), y es necesario participar en un análisis sobre los principales temas de investigación dentro estos campos y su evolución (López et al., 2020).

2.3. Marco Conceptual

Big Data: Se refiere a la estrategia de analizar grandes volúmenes de datos que se utilizan cuando la minería de datos tradicional y técnicas de manejo no pueden descubrir las percepciones y significado de los datos subyacentes (Bai et al. 2020).

Cadena de valor: El proceso o las actividades mediante las cuales una empresa agrega valor a un artículo, incluida la producción, la comercialización y la prestación de servicios posventa (Saucedo et al., 2017).

Gestión de proyectos: disciplina que se ha desarrollado para integrar los recursos necesarios que permitan la consecución de un objetivo determinado en un plazo de tiempo

específico. Esto implica la alineación entre recursos tecnológicos, conocimiento del entorno, competencias del personal, uso de tecnología, evaluación de infraestructura, servicios y productos, con una evaluación razonable de su impacto (Project Management Institute, 2013)

Mapa conceptual: es una herramienta desarrollada bajo el concepto de manufactura esbelta que sirve para el análisis y la categorización de ideas y conceptos, de una manera práctica y fácil de recordar (Parmelli et al., 2021).

Mejores prácticas: Acciones que se han aprendido de la experiencia en un número de similares proyectos en todo el mundo. Esto requiere evaluar un número de "lecciones aprendidas" de proyectos en el mismo campo y determinar una tendencia que parece sea cierto para todos los proyectos en ese campo (Santos et al, 2018).

Modelo de negocios: forma como una empresa organiza sus acciones para alcanzar la rentabilidad de sus recursos. esto incluye el desarrollo de información relacionada con el producto o servicio, el consumidor o usuario meta y la presupuestación de gastos. las bases principales de un modelo de negocios son generalmente los precios y los costos de operación (Saucedo et al., 2017).

Proceso analítico jerárquico: consiste en la organización de las actividades de una empresa para analizar decisiones complejas a través de recursos matemáticos y/o psicológicos. un modelo básico incluye tres partes: el objetivo del proceso o el problema por resolver; las alternativas de solución y los criterios de evaluación de estas alternativas. Bajo este modelo sí proporciona un marco racional que permite decidir en base a métodos cuantitativos y comparar los elementos tomados en cuenta para la decisión con el objetivo principal (Huang et al, 2019).

Transformación digital: es la incorporación de tecnología digital en la creación de nuevas formas de negocio, colaboraciones entre las empresas que componen la cadena de suministro y nuevas experiencias para satisfacer al cliente, alineado a los cambios en el mercado y las nuevas necesidades (Frank et al., 2019).

2.4. Consideraciones finales del capítulo

La recopilación de los antecedentes del estudio y la construcción de las bases teóricas mostradas en esta sección del estudio sirvieron para: (a) la integración de un marco teórico para la gestión avanzada de proyectos, que puede facilitar la comunicación y

exploración de datos; (b) clasificar las actividades necesarias para realizar una gestión de proyectos asociadas con la implementación de nuevas tecnologías; (c) identificar impulsores e indicadores para el cumplimiento de las etapas de la gestión del proyecto (entrada de materiales, procesamiento, almacenamiento y distribución) para generar mejoras en la gestión de manufactura y (d) identificación de herramientas de diagnóstico para la determinación de las causas que generan el problema, las cuales fueron tomadas en cuenta para realizar el diagnóstico de la presente investigación.



CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Esta es la sección de la investigación mediante la cual se explica la forma cómo se van a lograr los objetivos. Por lo tanto, esta parte del estudio describe cada uno de los aspectos metodológicos que se han escogido para cumplir con los objetivos de la investigación planteada, indicando cómo se realizó el estudio para dar soluciones problema planteado y aplicando la metodología necesaria del proyecto. Asimismo, se muestra en plan de actividades encaminadas a la solución de problemas, ya que su propósito consiste en encontrar respuestas a las interrogantes con el uso de un proceso científico, y alineado con los propósitos específicos del estudio y su línea de investigación.

3.1 Tipo y nivel de investigación

3.1.1 Enfoque y tipo de investigación

El enfoque del estudio que se empleó para el logro de los objetivos estuvo basado en la perspectiva cualitativa de la investigación. De acuerdo con Cropley (2015), los métodos cualitativos enfatizan en el diseño de una estrategia para evaluar, recopilar datos, analizar datos y reportar resultados de una manera rigurosa. Se justifica en virtud de que se buscó medir mediante la recopilación de datos respecto al plan de mejoras en los procesos de fabricación de estructuras metálicas para incrementar la eficacia en la empresa. Dentro de los tipos de estudios cualitativos, se ubica dentro de los estudios de casos, el cual es definido por Eisenhardt (2021), como un conjunto de construcciones vinculadas entre sí en relaciones que están respaldadas por argumentos teóricos, entendidos como mecanismos que buscan explicar un fenómeno focal. De esta manera, se recurrió al estudio de caso para evaluar la manera cómo se cumple con la gestión de proyectos en el contexto de la industria 4.0.

Del mismo modo, la investigación se define como una investigación aplicada. De acuerdo con Hernández et al. (2014), esta modalidad se caracteriza porque contiene un análisis, descripción y desarrollo de un modelo que dé respuesta a un problema en un entorno social, un sector económico o de una organización en específico. Esto se justifica mediante el hecho de que después de analizar y describir los datos obtenidos en la fase de campo, se procederá a presentar una alternativa que responda al problema identificado

en la organización, de acuerdo con sus requisitos y características, que contribuya con el mejoramiento de sus procesos.

3.1.2 Nivel de investigación

A partir de la propuesta de niveles de investigación de Hernández et al. (2014), la presente se identifica como una investigación de nivel descriptivo. De acuerdo con estos autores, la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un problema, fenómeno, personas, entidades o grupos sociales, con el fin de establecer sus características, estructuras o comportamientos, agregando que los resultados de este tipo de investigación se sitúan en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad del conocimiento, en comparación con las investigaciones exploratorias y explicativas. De esta manera, mediante el estudio descriptivo, se va a diagnosticar los factores que inciden sobre la gestión de producción de los productos terminados de la empresa y detallar los elementos que deben considerarse para desarrollar mejoras, como una herramienta que ayude en el incremento de la eficiencia de los procesos desde la perspectiva de la Industria 4.0.

3.2. Población, muestra, muestreo

La población se puede definir, de acuerdo con Hernández et al. (2014), al conjunto de unidades o elementos sobre la cual se realiza el estudio (personas, instituciones o cosas). En tal sentido, la población estuvo conformada por el equipo que integra o se vincula con las decisiones en el área de producción conformada por diez personas: gerente general, gerente de calidad y procesos, jefe de planta, jefe de proyectos, planeador de producción, supervisor de producción de estructurado, supervisor de producción de recubrimientos, operario armador de estructura metálicas, soldador de estructuras metálicas y pintor de estructuras metálicas.

Criterios de inclusión de la población

Trabajadores de la empresa en las secciones de calidad, planeación, producción y proyectos no menos de seis meses de pertenencia a la organización, para garantizar la confiabilidad de la información.

Criterios de exclusión

Trabajadores de la empresa que no pertenezcan a las áreas de calidad, planeación, producción y proyectos.

Trabajadores de la empresa, en las secciones de calidad, planeación, producción y proyectos con menos de seis meses de pertenencia a la organización.

Criterios de eliminación

Trabajadores de la empresa seleccionados como muestra que no deseen colaborar con el estudio.

Trabajadores de la empresa seleccionados como muestra que entreguen los instrumentos de recolección de datos incompletos.

Por su parte, la muestra es, en esencia, la extracción de un subconjunto de la población, es decir, un grupo de individuos o elementos que presenta características similares a lo que se determinó inicialmente como población (Arias, 2016). De esta manera, la aplicación de un muestreo consiste en la selección de ese subgrupo para representar a la totalidad de la población. En esta investigación se opta una muestra de tipo censal, es decir, la totalidad de la muestra será igual a la población, por lo que no será necesario la aplicación de criterios de selección de muestra. Por consecuencia, la cantidad de personas estudiadas es de diez personas.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Después que se han identificado los aspectos claves asociados a la variable de estudio, lo cual es el producto principal de la elaboración del marco teórico que respalda el planteamiento de la investigación, se debe determinar la técnica adecuada que permita recopilar la información a partir de la realidad de la manera más efectiva. Por ello, la primera técnica seleccionada fue la observación, la cual consiste en la visualización de manera metódica y con la aplicación de un sistema de un hecho, situación o fenómeno que ocurra en la naturaleza o en un grupo social, a partir de la predicción mediante unos objetivos de investigación. En el presente estudio, la técnica mencionada se desarrolló mediante la observación participante, en vista de que uno de los investigadores forma parte de la organización. Para ello, se utilizó una ficha de observación como instrumento para poder recolectar información relevante en relación con los procesos de manufactura.

La segunda técnica aplicada fue la entrevista, la cual tiene la particularidad de poder alcanzar de manera simultánea a mayor cantidad de personas. En esa línea, Hernández et al. (2014) sostiene que la entrevista consiste en formular preguntas a una muestra representativa de personas, a partir de un instrumento relativamente estructurado, con el para describir o relacionar aspectos en el ámbito de información que dé respuesta al problema planteado. Las preguntas directas serán redactadas de manera sencilla, con el fin de facilitar la pronta atención y respuesta del trabajador.

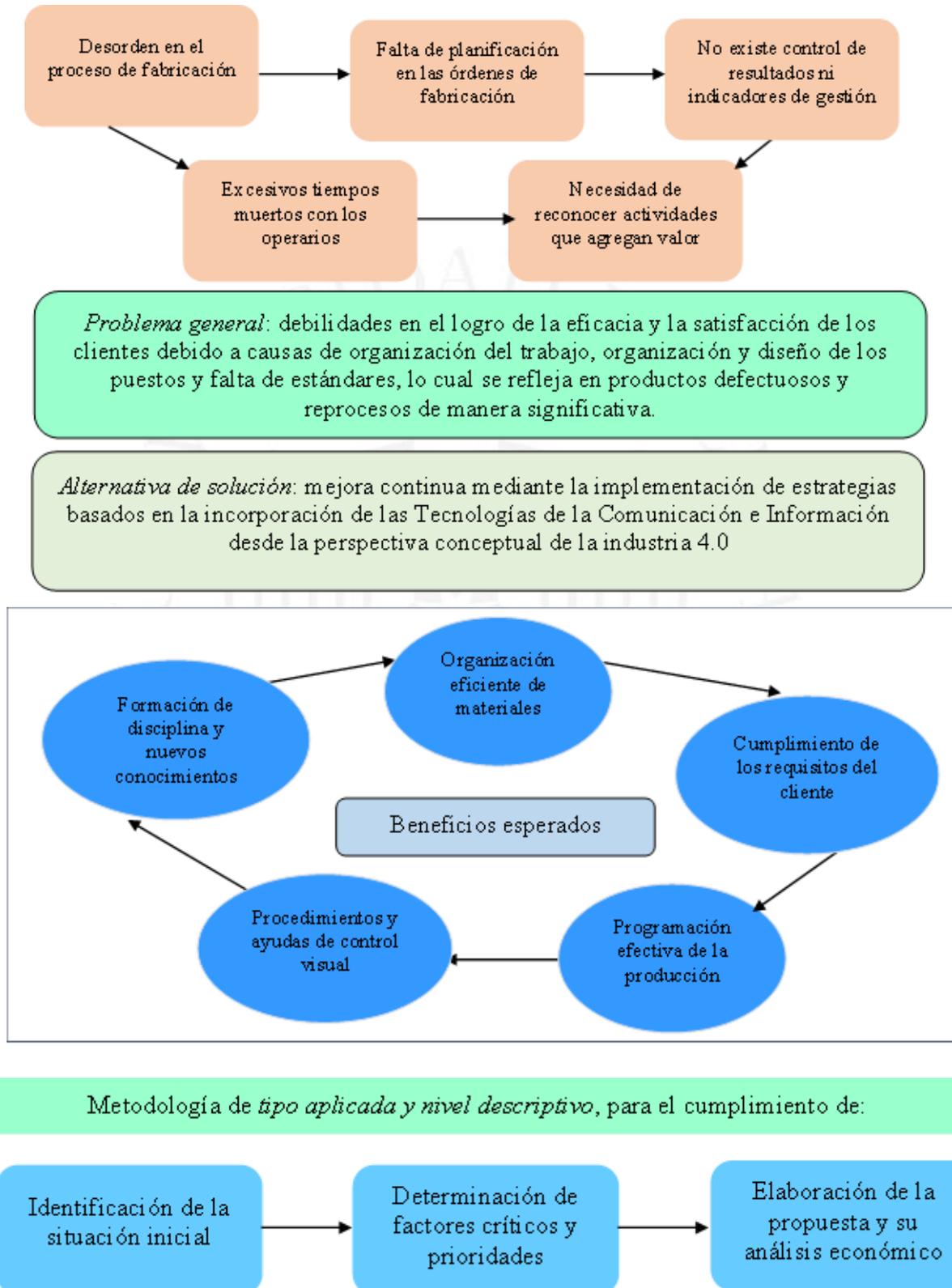
3.4. Procedimiento de investigación:

Al ser obtenida la información que permita realizar los diagnósticos y el desarrollo del estudio mediante las técnicas de observación y entrevista, se hace necesario describir las técnicas para procesar y analizar dicha información, que se traduzca en resultados que permitan el logro de los objetivos. En función de ello, es preciso definir el análisis tomando en consideración los sostenido por Arias (2012), mismo que sostiene que el análisis implica el establecimiento de dimensiones, la organización y manejo de los datos para analizarlos y poder sacar algunos resultados en función de las preguntas formuladas.

En la Figura 3.1 se presenta el mapa conceptual de la investigación en el cual se resume las características del problema, su definición, la alternativa de solución planteada por los investigadores, los beneficios esperados, la metodología aplicada y las fases de la investigación:

Figura 3.1.

Mapa conceptual para proponer un plan de mejoras en los procesos de fabricación de estructuras metálicas para incrementar la eficacia en la empresa.



3.5. Consideraciones finales del capítulo

Se presentaron en esta sección del estudio las características metodológicas del estudio realizado las cuales se resumen de la siguiente forma: (a) el enfoque aplicado fue el de la perspectiva cualitativa, con la cual se realizó la recopilación evaluación y análisis de datos; (b) el tipo de investigación fue el de un estudio de caso, y aquel logro de los objetivos se relacionó con una intervención en una organización específica; (c) el nivel de investigación empleado fue el descriptivo, ya que el análisis de datos permitió obtener las características del fenómeno estudiado (d) se seleccionó una muestra de 10 personas cuyo criterio principal era que pertenecieran a las áreas de calidad, planeación, producción y proyectos, para obtener información confiable y pertinente respecto al estudio y (e) se empleó la observación directa y la entrevista como técnicas de recolección para comparar el análisis de los registros estadísticos de la empresa con las percepciones de los trabajadores respecto a los factores que inciden sobre la gestión del proyecto, sus impulsores y barreras de acceso.



CAPÍTULO IV. ANÁLISIS EXTERNO E INTERNO

En esta sección del estudio se presenta el contexto en el cual se desarrolla la organización y la problemática en estudio desde la perspectiva de las características externas (descripción del sector económico, análisis de las fuerzas externas y análisis Porter), así como de la evaluación de las características internas de la empresa.

4.1. Análisis externo

4.1.1. Descripción del sector económico

De acuerdo con datos obtenidos por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2020), el universo de industrias manufactureras en Perú es de 210,480 aproximadamente, de las cuales 24,213 están dedicadas al rubro metalmecánico, lo que representa un 11.50% del total de empresas en el Perú. De acuerdo con el mismo ente, entre los años 2015 y 2020, el sector manufactura tuvo una tasa de crecimiento anual de 0.4%, lo que indica señales de estancamiento; sin embargo, al analizar en detalle el comportamiento económico del sector, las industrias que de alguna manera manifiestan crecimiento sostenido, en los últimos cinco años han sido las vinculadas con sector de minería y construcción. Entre este grupo destaca la de empresas metalmecánicas, que son aquellas que basan su objeto de negocio en la transformación de metales mediante procesos metalúrgicos, en partes o suministros tales como maquinarias estructuras u otro tipo de equipos (Di Natale et al., 2017).

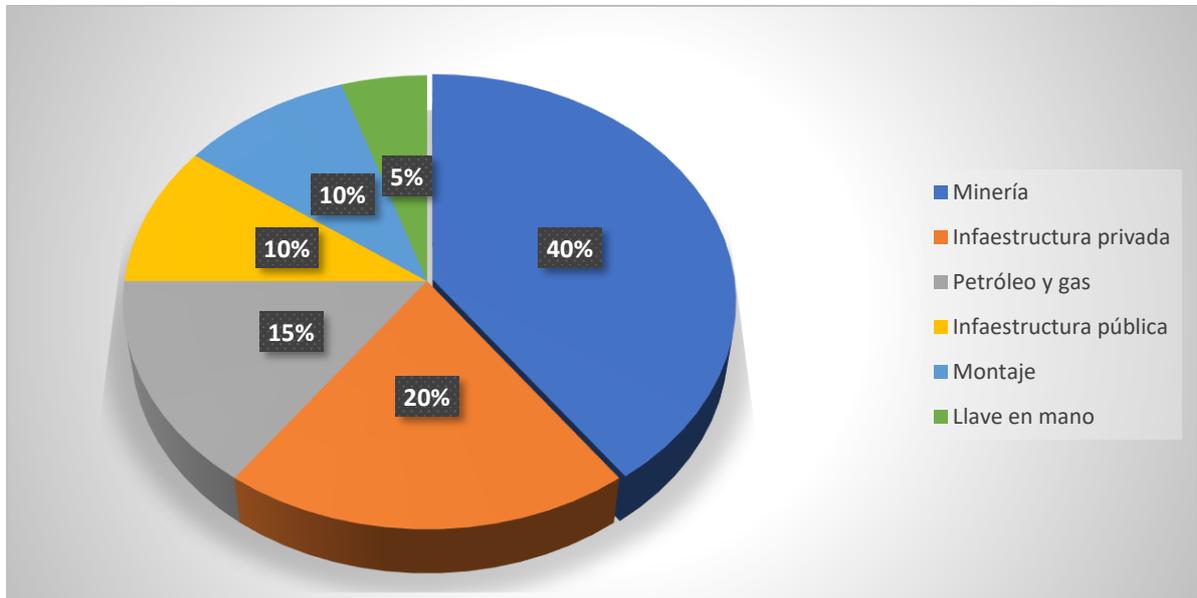
Con base en lo anteriormente expuesto, el insumo principal de este tipo de empresas es el metal en particular las aleaciones de hierro, cuya versatilidad permite la creación de productos en una amplia gama que incluye pequeños dispositivos electrónicos, hasta grandes estructuras metálicas. La función del sector metalmecánico es la creación, procesamiento e instalación de estos bienes, así como su mantenimiento. Dada la complejidad de este sector industrial, se pueden dividir en diversas ramas tales como: (a) industrias de procesamiento de metales básicos (b) fabricación de productos de metal; (c) industrias de maquinarias pesadas (d) maquinarias de tipo eléctrico (e) insumos para la industria del transporte y (f) bienes de capital (Di Natale et al., 2017).

Dentro de la oferta de productos que desarrolla este sector en la actualidad, la demanda de fabricación de estructuras metálicas en Perú se enfoca en un alto porcentaje en atender al sector de la minería en un 40%, seguido por la infraestructura pública con 20%,

petróleo y gas, con un 15%, infraestructura pública y montajes, con 10% cada uno, entre las más relevantes (Ministerio de Producción, 2020), lo cual es representado en la Figura 4.1.

Figura 4.1.

Demanda actual de fabricación de estructuras metálicas.



Nota: Ministerio de Producción (2020): *Estudio de la situación actual de las empresas peruanas: los determinantes de su productividad y orientación exportadora* (http://demi.produce.gob.pe/images/publicaciones/publi81171136fe74561a7_79.pdf)

En este sentido, las estructuras metálicas – que son elaboradas en la industria metalmeccánica – representan una modalidad de construcción que debe cumplir tres condiciones básicas: rigidez, estabilidad y resistencia. De esta forma, la importancia del sector metalmeccánico está en cómo se relaciona con otros sectores, ya que suministra bienes o productos intermedios, así como bienes finales de capital a otros sectores como manufacturas, automotriz, agrícola y minería. Razón por la cual los países con mayor índice de desarrollo industrial son los que manifiestan de igual manera un mayor dinamismo en el sector metalmeccánico (Posada, 2019).

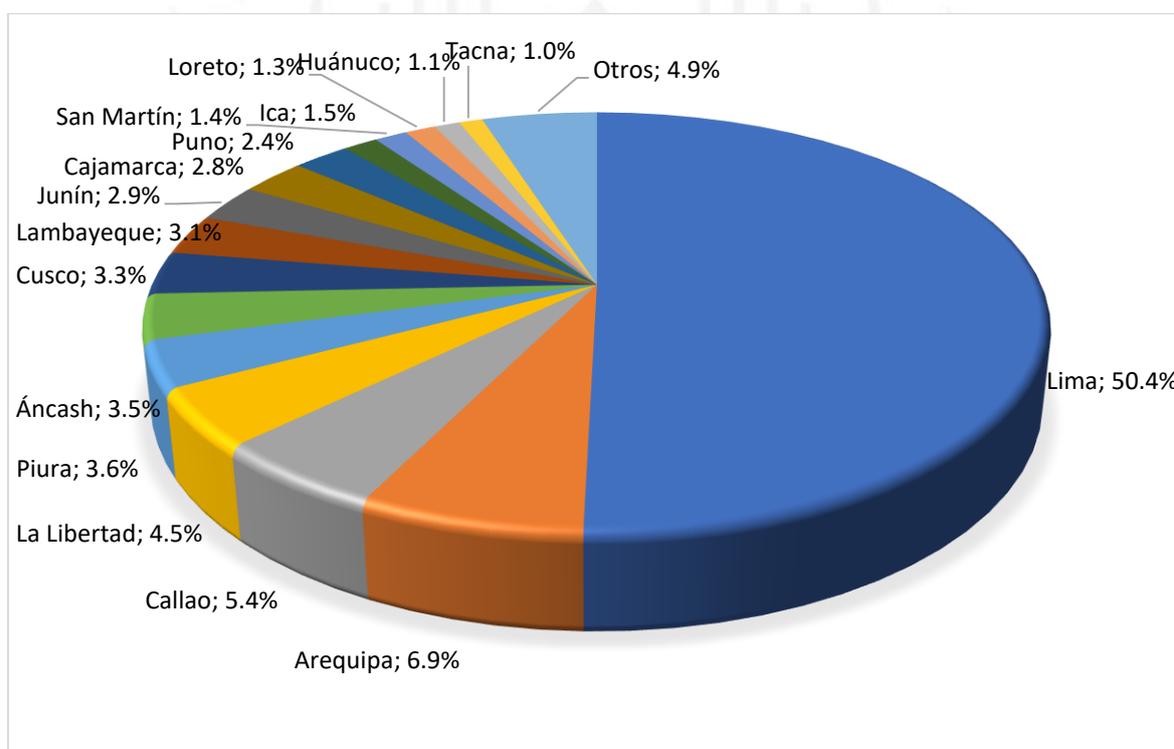
Sin embargo, estas empresas manifiestan diferentes grados de desarrollo en el país y se enfrentan a importantes retos relacionados con la administración de los recursos, incorporación de tecnología, sistemas de calidad, formación del recurso humano fuentes de financiamiento, así como otros factores relacionados con la productividad y competitividad (Ministerio de Producción, 2020). Es por ello que el crecimiento del sector metalmeccánico y las empresas conexas en el Perú es notable, razón por la cual las empresas se enfrentan a

obstáculos y retos de diversa índole, en particular la competitividad, dado que existe una continua incorporación de nuevas empresas en este sector.

De la totalidad de empresas metalmeccánicas registradas en el Perú, 12,203 se encuentran en el área de Lima Metropolitana y 1,308 en Callao, lo que en conjunto representa el 55.8% del total de empresas, lo que da indicios de la existencia de un clúster de plantas de fabricación metalmeccánica en el área Lima Callao, de acuerdo el Ministerio de Producción (2020) y se representa en Figura 4.2. Del mismo modo, se incorporan nuevas empresas a competir en el mismo segmento, lo que obliga a las organizaciones, entre las cuales se encuentra la empresa objeto de estudio, analizar nuevas estrategias internas en sus operaciones para cumplir los requisitos, ser competitivos y darle continuidad al negocio. Lo anteriormente descrito en vista de que la prevalencia de acuerdos comerciales internacionales en un mercado globalizado como el actual, cobra más valor la aplicación de mejoras que aseguren la sostenibilidad de las organizaciones en el mercado y su expansión en el futuro.

Figura 4.2.

Empresas manufactureras del sector metalmeccánico



Nota: Ministerio de Producción (2020).

En lo que respecta a la demanda, el Ministerio de Energía y Minas (2019), reporta que existen nuevos proyectos de construcción de minas en Perú, que genera tanto un nuevo marco de oportunidades como mayor competitividad entre las empresas metalmeccánicas para tener participación en estos proyectos. De acuerdo con la entidad, la relevancia del Perú como país minero en el ámbito internacional ha sido notoria en las últimas décadas y se ha fortalecido en el 2020 con el inicio de cuatro nuevos proyectos mineros, los cuales son: (a) planta de cobre Río Seco; (b) Chalcobamba I; (c) ampliación Shouxin y (d) Pampacancha. De esta forma, para año el 2020, la minería representó alrededor del 10% del Producto Interno Bruto (PIB) y conforma aproximadamente el 60% de las exportaciones; sector en el cual destaca la explotación del cobre que genera más del 50% del PIB generado por la extracción minera metálica (INEI, 2020). En la Tabla 4.1 se relacionan los principales proyectos mineros, en particular aquellos que superan una inversión estimada al millón de dólares estadounidenses. En la mencionada tabla se indica el nombre del proyecto, el monto del proyecto, el principal mineral y la fecha estimada de puesta en marcha.

Tabla 4.1.

Nuevos proyectos mineros en Perú

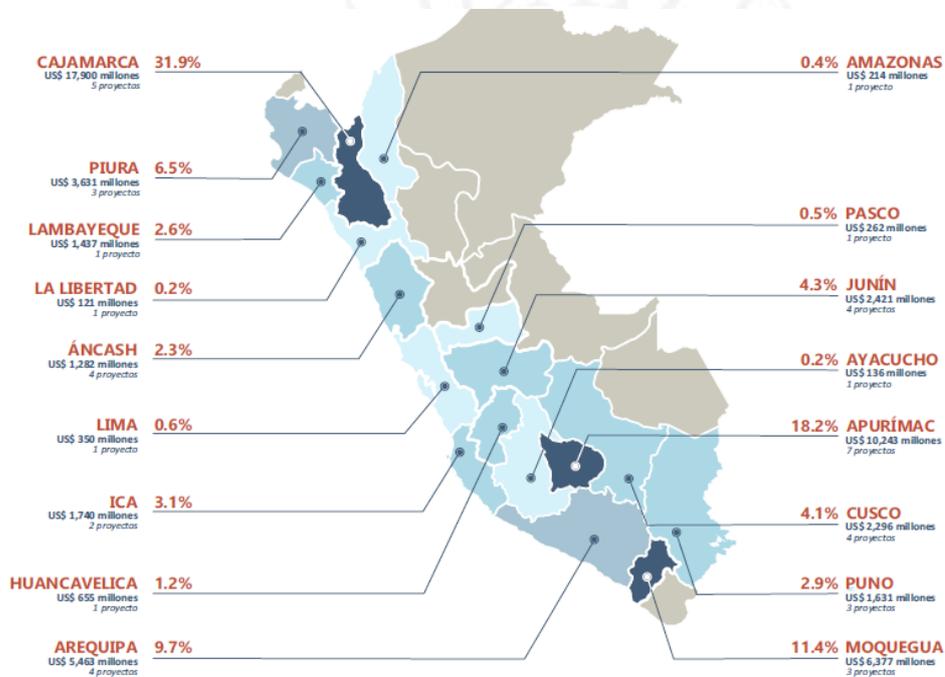
Proyecto minero	Inversión proyectada (MM US\$)	Mineral principal	Puesta en marcha
Quellaveco (Moquegua)	5,300	Cobre	2022
Mina Justa (Ica)	1,600	Cobre	2021
Ampliación Toromocho (Junín)	1,355	Cobre	2022
Yanocha Sulfuros (Cajamarca)	2,100	Oro	2024
Zafranal (Arequipa)	1,263	Cobre	2026
Los Chancas (Apurímac)	2,600	Cobre	2027
Michiquillay (Cajamarca)	2,500	Cobre	2028
Corani (Puno)	579	Plata	2024
Magistral (Áncash)	490	Cobre	2025
San Gabriel (Moquegua)	422	Oro	2023
Planta de Cobre Río Seco (Lima)	350	Cobre	2024
Ampliación Shouxin (Ica)	140	Hierro	2022
Optimización Inmaculada (Ayacucho)	136	Oro	2022
Chalcobamba Fase I (Apurímac)	130	Cobre	2022
Ampliación Santa María (La Libertad)	121	Oro	2023

Nota: obtenido del Ministerio de Energía y Minas: Anuario Minero 2020 (<https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/1944416-anuario-minero-2020>). (*) NOTA: solo incluye proyectos en estado de construcción o factibilidad.

De esta manera, este sector contribuye generando empleo a las empresas de apoyo al sector, como la del transporte, construcción, comunicaciones y metalmecánica. En términos de inversión, la cartera de construcción de mina consta de 46 proyectos en 17 regiones del país, con un monto de inversión estimado en US\$ 56,158 millones, con lo que se registra un incremento de US\$ 627 millones con respecto a al año previo; situación que ayuda a consolidar al país como un mercado relevante para las inversiones mineras y un lugar lleno de oportunidades, de acuerdo con la Figura 4.3, que representa los porcentajes de proyectos mineros e inversión esperada por región para el año 2020.

Figura 4.3.

Mapa de proyectos mineros en Perú.



Nota: obtenido del Ministerio de Energía y Minas: Anuario Minero 2020 (<https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/1944416-anuario-minero-2020>).

Para ubicar la organización objeto de investigación en el contexto del mercado, en el rubro de fabricación de estructuras metálicas existen varios competidores que tienen características diferentes, la cual se refleja en el análisis comparativo de prácticas comunes en las empresas que compiten en el sector para evaluar los avances y oportunidades de mejora de la empresa (Ver Tabla 4.2). Entre los parámetros para hacer las comparaciones se toma en cuenta los volúmenes de fabricación y entrega, capacidad de planta, certificados de fabricación y calidad y reconocimientos.

Tabla 4.2.*Análisis comparativo de prácticas comunes en las empresas que compiten en el sector*

Aspecto por evaluar	FGA	SC Ing.	FERMAR	EYC Met.	Esmetal	Haug	Imecon	TMI
Año de fundación	1996	2005	1987	1998	1996	1949	1993	1979
Estructuras de acero fabricadas y despachadas (TM/Mes)	440	380	480	340	1,450	1,350	1,150	2,350
Superficies granalladas y pintadas (2 y 3 capas) miles de m ² /mes	60	40	80	35	2,500	2,100	180	3,000
Detallamiento (TM/mes)	500	450	550	400	2,000	1,600	1,300	2,500
Fabricación (TM/mes)	450	400	500	350	1,500	1,400	1,200	2,400
Planta fabricación en negro (m ²)	15,000	10,000	12,000	6,000	30,000	93,000	200,000	52,800
Planta protecciones anticorrosivas (m ²)	5,000	3,000	5,500	2,500	31,000	93,000	200,000	52,800
Certificación American Institute of Steel Construction (AISC)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Certificación American Society of Mechanical Engineers (ASME)	NO	NO	NO	NO	NO	SÍ	NO	NO
Certificación SSPC- QP3	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Membresía SSPC	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO
Certificación ITPTS	NO	NO	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO
Certificación de Calidad de American Petroleum Institute (API)	NO	NO	NO	NO	NO	SÍ	NO	NO
Homologación "Fabricación de Estructuras de Acero"	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Certificación ISO 9001 "Diseño y Fabricación de Estructuras "	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Certificación ISO 14001	NO	NO	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ
Certificación OHSAS 18001	NO	NO	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ
Sello "Marca Perú"	NO	NO	NO	NO	NO	SÍ	NO	NO
Sello "Hecho en el Perú"	NO	NO	NO	NO	NO	SÍ	NO	NO

Nota: la empresa objeto de estudio, cubre proyectos de bajo y medianos tonelajes según su fabricación de 450 Tm/mes.

4.1.2. Análisis de fuerzas PESTEL

Este análisis obtiene su nombre de las iniciales de los factores que se incluyen para hacer un diagnóstico externo de la organización: políticos, económicos, socioculturales, tecnológicos, ecológicos y legales (Pan et al., 2019). De acuerdos con dichos autores, mediante esta herramienta se pueden identificar todos los factores externos a la organización, sobre los cuales no se tiene influencia, pero mediante su reconocimiento e inclusión en un plan de acción se pueden disminuir o controlar los efectos que podrían tener sobre los resultados financieros de una empresa. A continuación, se mencionan los factores incluidos en el Análisis de fuerzas PESTEL que pueden afectar a la empresa estudiada, y son representados en la Figura 4.4.

- a) Políticos: paralización de proyectos de construcción privados por incertidumbre política del nuevo gobierno que causa inestabilidad.
- b) Económicos: Falta de inversión económica en nuevos proyectos. Incidencia de los precios internacionales de los minerales sobre los proyectos de inversión. Disminución de la inversión pública. Acuerdos comerciales internacionales que facilita el intercambio tecnológico y el acceso a insumos de origen importados. Recuperación económica post-COVID.
- c) Socioculturales: Paralización de proyectos por reclamos de la población próxima. Conflictos sociales en explotaciones mineras. Caída de los niveles de producción del sector minero por paralizaciones debido a la pandemia del COVID 19
- d) Tecnológicos: Uso de herramientas digitales basadas en la web para hacer conocer la empresa a los potenciales clientes. Uso de la tecnología por parte de competidores directos.
- e) Ecológico/medio ambiental: Cuidado del medio ambiente y de los efectos contaminantes del proceso productivo, lo que incluye el uso y disposición final de residuos. Cambios en las normativas ambientales.
- f) Legales: Cumplir los reglamentos legales de trabajo y salud ocupacional. Cumplimiento de las normativas en procesos de licitaciones.

Figura 4.4.

Análisis de fuerzas PESTEL. Análisis interno de la organización.



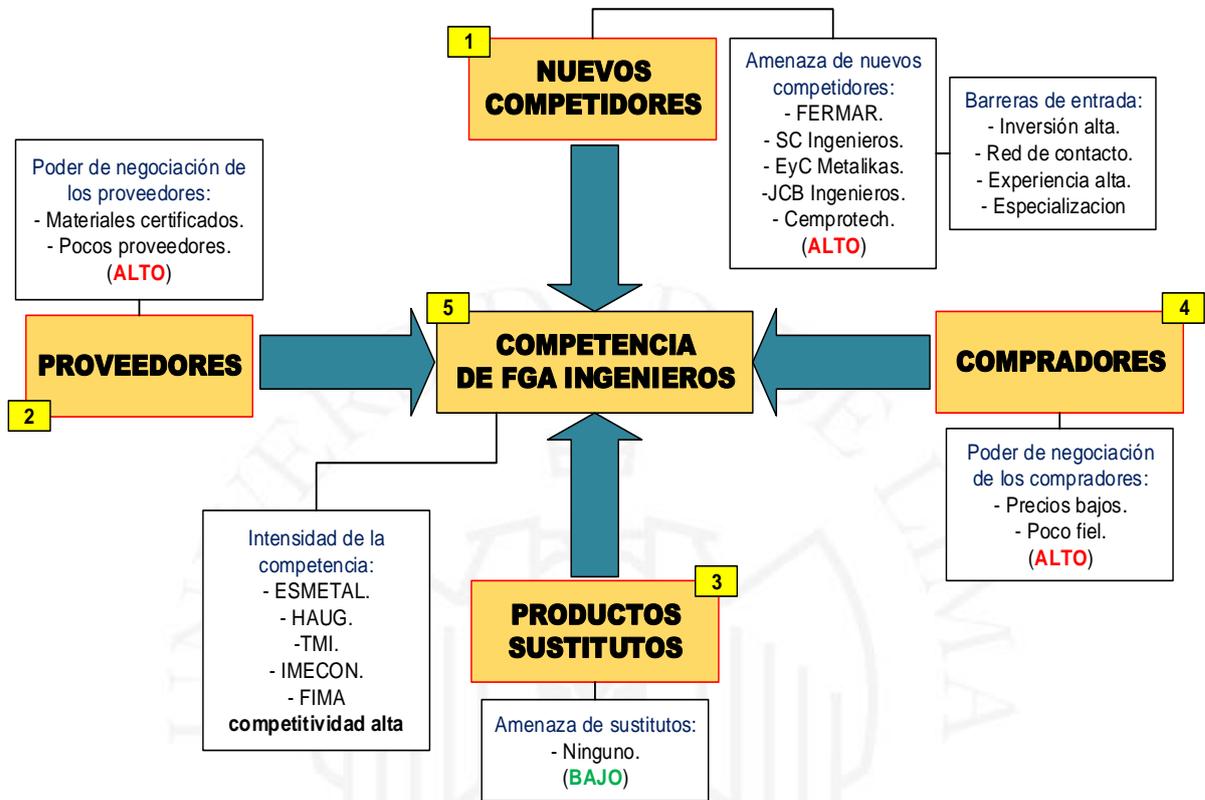
4.1.3. Análisis de las cinco fuerzas de Porter

Es una técnica de análisis para gestionar las organizaciones, desarrollado por el economista Michael Porter en 1979 (Sánchez et al., 2020) Mediante este modelo, se analiza un sector productivo a partir de cinco fuerzas existentes: nuevos competidores, compradores, proveedores, competencia y productos sustitutos. Dicho análisis contribuye a conocer las condiciones bajo las cuales una empresa compite dentro de su área industrial o comercial. Este análisis parte con la formulación de la visión empresarial; continúa con la estrategia alineada a dicha visión. en su desarrollo hay que incluir los factores de tipo cualitativo y cuantitativo y el poder de decisión dentro de la organización (Ver Figura 4.5). En dicha figura se hace una revisión a partir de la información suministrada por los informantes de la empresa respecto a los niveles de influencia de los competidores de los proveedores de los

compradores y de los productos elaborados por la organización, así como la eventual amenaza de los productos sustitutos.

Figura 4.5.

Análisis de las cinco fuerzas de Porter.



4.1.4. Matriz EFE - Evaluación de factores externos.

El modelo de Evaluación de los Factores Externos, o matriz EFE es una herramienta de evaluación de la situación de una organización, a través de un estudio de campo, lo que conduce a la identificación de los diferentes factores externos que podrían incidir sobre el crecimiento y expansión de una empresa (Ebrahimi y Banaeifard, 2018). Asimismo, mediante la visualización del análisis se contribuye a la formulación de diversas estrategias que permitan maximizar las oportunidades y reducir los riesgos (Ver Tabla 4.3). Dicha tabla se elaboró mediante una consulta en el equipo gerencial quienes una vez determinados los factores externos se le asignó un valor o ponderación de acuerdo con los objetivos estratégicos establecidos por la organización – incremento de las ventas, eficacia de procesos y rediseño de procesos – los cuales fueron contactados con un puntaje de actividad el cual iba desde cero (menos relevante) hasta cinco (altamente relevante) en comparación con las oportunidades y amenazas dadas a conocer por los informantes.

Tabla 4.3.

Evaluación de factores externos (Matriz EFE)

FACTORES EXTERNOS CLAVE	Ponderación	Incrementar las ventas locales en el rubro minero		Lograr la eficacia de los procesos de la organización		Rediseño de procesos operativos para reducción de costos	
		Puntaje de atractividad	Calificación de atractivo	Puntaje de atractividad	Calificación de atractivo	Puntaje de atractividad	Calificación de atractivo
Oportunidades							
Reactivación de proyectos mineros en el sur del Perú.	0.13	4	0.52	2	0.26	4	0.52
Oferta de terrenos amplios al sur de Lima.	0.05	4	0.20	4	0.20	4	0.20
Industrialización de la zona sur de Lima.	0.05	1	0.05	2	0.10	2	0.10
Búsqueda de proveedores alternativos ante casos de corrupción en el estado.	0.13	1	0.13	-	-	1	0.13
Demanda de mercado extranjero en crecimiento.	0.05	3	0.15	4	0.20	4	0.20
Demanda de clientes con exigencias ambientales	0.05	2	0.10	4	0.20	4	0.20
Amenazas							
Incurción de empresas metalmecánicas extranjeras en el Perú.	0.13	4	0.52	2	0.26	2	0.26
Incremento de competencia en el rubro.	0.13	2	0.26	1	0.13	2	0.26
Resistencia de las comunidades por proyectos mineros.	0.08	3	0.24	-	-	2	0.16
Cierre de vías por protestas	0.05	3	0.15	-	-	3	0.15
Dependencia de contratistas de fabricación para mano de obra calificada.	0.05	2	0.10	-	-	1	0.05
Oferta laboral atractiva por parte de la competencia.	0.05	3	0.15	4	0.20	3	0.15
Dependencia de los precios internacionales de las materias primas	0.05	-	-	-	-	1	0.05
Puntaje total	1.00		2.57		1.55		2.43

4.2. Análisis interno.

4.2.1. Descripción de la empresa

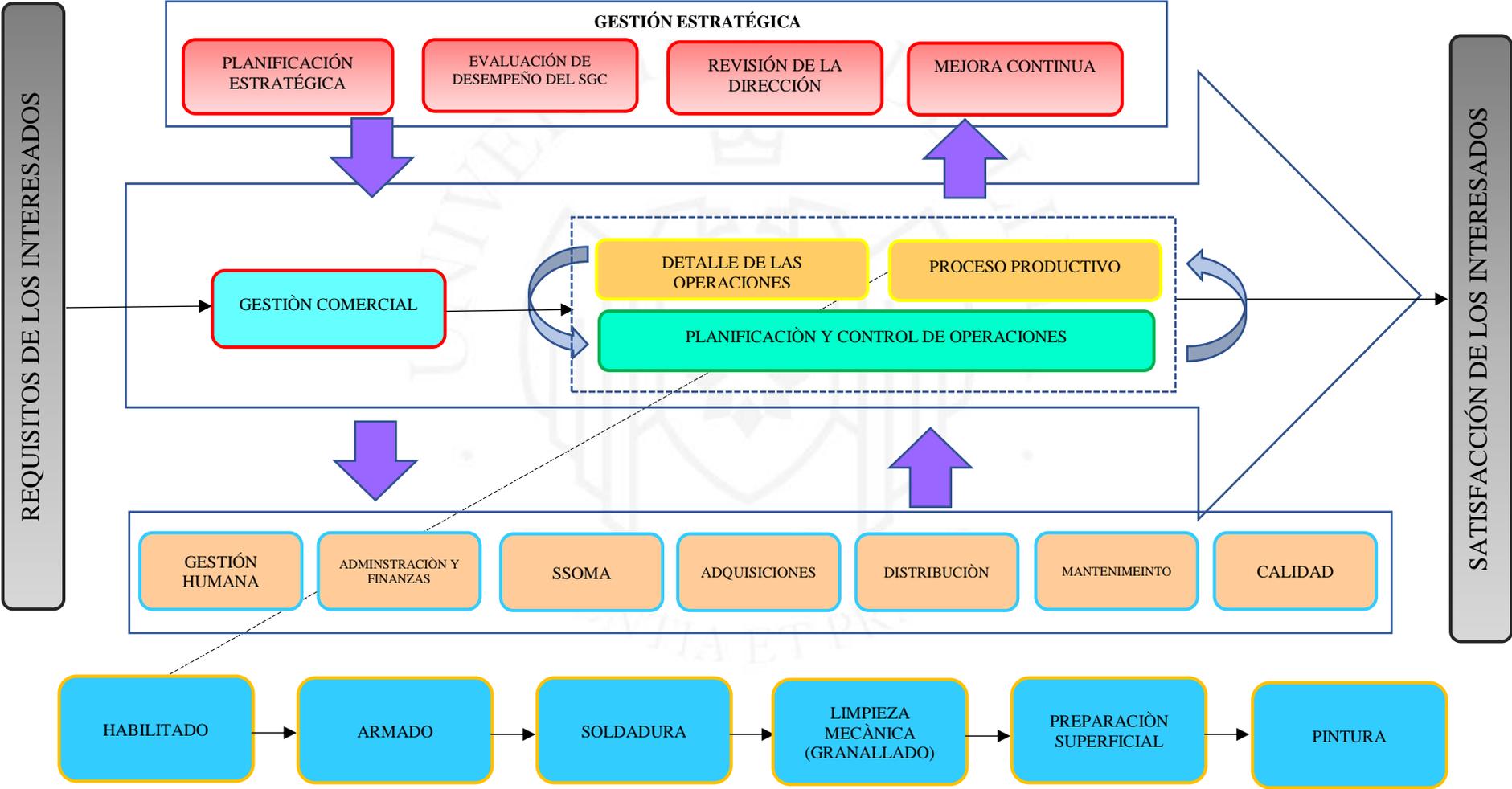
En lo que respecta a la descripción de la organización, la empresa objeto de estudio es FGA Ingenieros S. A. una empresa peruana de origen familiar que pertenece al rubro manufacturero nacional que tiene una sede de fabricación en el distrito de Huachipa (Cajamarquilla) y una oficina central en el distrito de Santiago de Surco (Camacho). Desde su fundación en el año 1996 en FGA Ingenieros S.A ofrece servicios relacionados con las etapas de diseño, manufactura e instalación de estructuras metálicas para proyectos de minería pública y privada, de acuerdo con los requerimientos establecidos en los contratos con los clientes

En su funcionamiento, la empresa se propone integrar ingeniería, fabricación e instalación de estructuras metálicas. Para ello, la empresa vela por el cumplimiento de altos patrones de calidad, se cuenta con tecnología de última generación, mediante la cual, y en conjunto con la experiencia de la organización y su capital humano, responsabilidad social y cuidado al medio ambiente, le permite ser una empresa sostenible. Por su parte, se propone como meta al mediano plazo ser una organización del sector metalmecánico líder a nivel regional; que sea reconocida por su ingeniería, uso de la tecnología y capacidad de generar bienestar en la sociedad.

La planta de producción tiene un área de 20,000 m², la producción a plena carga es de 450 toneladas mensuales. La planta cuenta con dos naves provistas de cinco puentes grúas de 2, 3 y 12 toneladas. Además, mantiene un sistema de gestión de calidad certificado (ISO 9001:2015) y el proceso de recubrimiento – o pintura – está Certificado con SSPC. Se tiene identificado siete tipos de estructuras, resultados de la línea de fabricación: estructuras extrapesadas, estructuras pesadas, estructuras medianas estructuras liviana, estructuras enrejado 3D, estructuras enrejado 2D y misceláneos. Asimismo, los procesos de la organización están identificados por un mapa de procesos donde se identifica el proceso principal de la empresa (Ver Figura 4.6):

Figura 4.6.

Mapa de procesos de la empresa.



En la Figura 4.7 se muestra una vista general del área de producción de la empresa:

Figura 4.7.

Visualización general de la planta.



En la Figura 4.8 se aprecia el área donde se realiza el subproceso de habilitado de material:

Figura 4.8.

Subproceso de habilitado.



En la Figura 4.9 se aprecia el área un operador verificando el subproceso de habilitado de material:

Figura 4.9.

Subproceso de habilitado



En la Figura 4.10 se aprecia el área en el cual se realiza el armado, se ensambla o arma los componentes habilitados y se da forma a la estructura final según un plano de fabricación, se fijan los componentes con puntos de soldadura.

Figura 4.

Área de armado de estructuras



En las Figuras 4.11 y 4.12 se aprecia a los trabajadores realizando el subproceso de armado de las estructuras:

Figura 4.11.

Subproceso de armado.

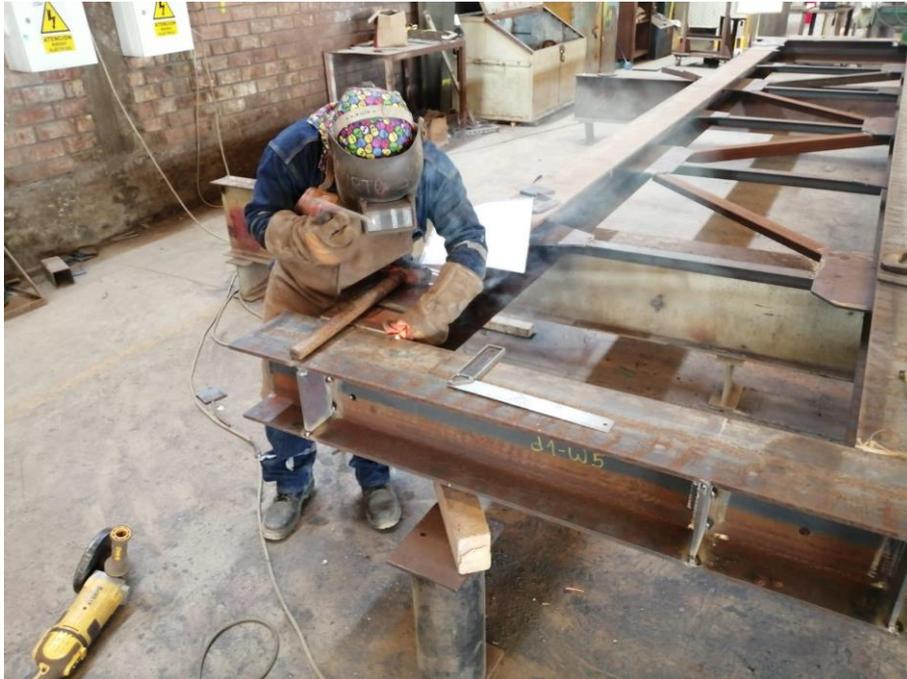


Figura 4.12.

Subproceso de armado



En las Figuras 4.13 y 4.14 se observa a los trabajadores realizando el subproceso de soldadura de las estructuras metálicas, en el cual todos los componentes armados son fijados completamente con soldadura. La soldadura es realizada por personal calificado y con experiencia, en esta etapa la estructura es finalmente armada para poder pasar luego al subproceso de granallado.

Figura 4.13.

Subproceso de soldadura.



Figura 4.14.

Subproceso de soldadura



En las Figuras 4.15 y 4.16 se aprecian dos perspectivas del área donde se realiza subproceso de granallado, las estructuras soldadas terminadas, pasan por unas máquinas que limpian toda la superficie eliminando partículas de oxido, suciedad y otra contaminación:

Figura 5.

Subproceso de granallado.



Figura 4.16.

Subproceso de granallado



En la Figura 4.17 se aprecia el área un operador verificando el subproceso de pintura de las estructuras, las estructuras limpias y preparadas son aplicadas con pintura que recubre toda la superficie, el fin es proteger a la estructura de la oxidación y mantener su integridad.

Figura 4.17.

Subproceso de pintura de las estructuras



En la Figura 4.18 se aprecia el área donde se realiza el subproceso de pintura:

Figura 4.18.

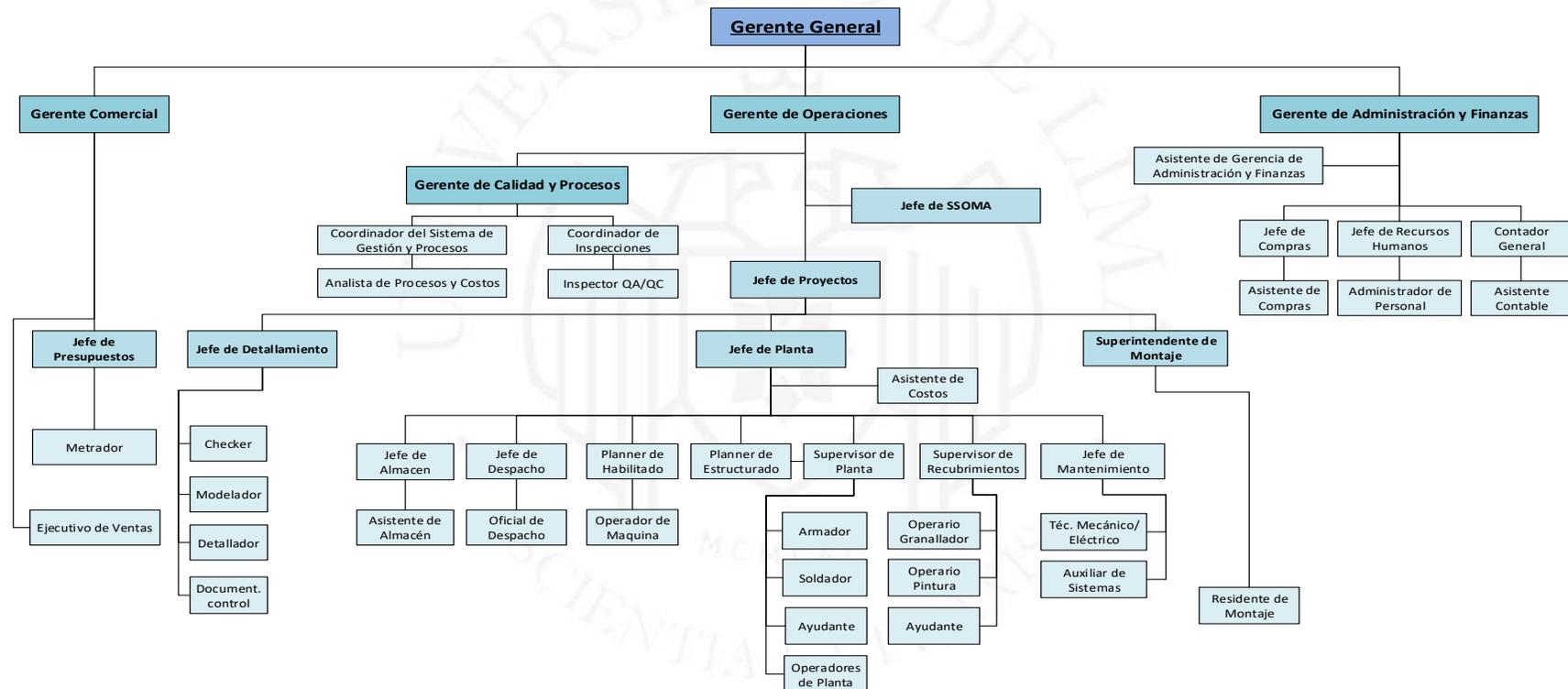
Subproceso de pintura



En la Figura 4.19 se muestra la organización funcional de la empresa, la cual tiene tres áreas específicas de gestión (comercial, operaciones y finanzas):

Figura 4.19.

Organigrama de la empresa.



Nota: En el organigrama mostrado en la figura 23 se manifiesta un estilo de organización que tiende hacia la horizontalidad, mediante de la creación de 3 áreas específicas de negocios (comercialización, operaciones y administración), y orientando la estructura de la empresa hacia el logro de las necesidades de sus clientes y de los requisitos internos de operaciones.

4.2.2. Visión, Misión y Valores.

Misión de la empresa

En la empresa se cumple con estándares de calidad para la fabricación de las estructuras metálicas, se cuenta con tecnología de última generación, los cuales, asociados a la amplia experiencia de la organización, responsabilidad social y cuidado al medio ambiente, les permite ser una empresa sostenible.

Visión de la empresa

Ser una empresa metalmecánica líder a nivel regional; reconocida por su ingeniería, tecnología de punta, rentabilidad y capacidad de generar bienestar en la sociedad.

Valores organizacionales

- a) Orientación a los clientes: la empresa está comprometida a desarrollar servicios y productos acordes con los intereses de sus clientes y los requisitos definidos por la organización en sus políticas.
- b) Innovación: para alcanzar la optimización tecnológica, el uso de herramientas y nuevos procesos que garanticen su desarrollo industrial y el aporte a la economía nacional.
- c) Excelencia Operacional: desarrollo de una cultura de la eficiencia y eficacia, lo que se considera el camino expedito para ofrecer calidad en sus productos y servicios, bajo un esquema de costos razonables y la minimización de desperdicios.
- d) Precisión: se busca que con este valor la empresa desarrolle sus actividades tomando en cuenta la seguridad de grupos de interés
- e) Puntualidad: mantener la disciplina de estar a tiempo para cumplir los compromisos adquiridos deliberadamente.

En la Tabla 4.4 se presentan los principales indicadores de gestión de la empresa, en los cuales se vincula la creación de un indicador o medición de Del desempeño con el objetivo del área evaluada, la fórmula aplicada para el logro del indicador, el proceso el cual se está evaluando, el responsable del proceso la frecuencia de la medición y la meta establecida como indicador de logro:

Tabla 4.4.*Matriz de indicadores de gestión de la empresa.*

ITEM	POLÍTICA DE CALIDAD	OBJETIVO	INDICADOR	PROCESO	RESPONSABLE
P-01	Compromiso firme con la mejora continua del sistema de gestión de la calidad	Gestionar el SGC hacia la mejora continua	Porcentaje de auditorías internas realizadas Elaboración de Acciones correctivas oportunas Porcentaje de procesos del SGC conformes en auditoría interna	Gestión de Calidad	Gerente de Calidad
P-02	Los requisitos aplicables de la organización	Igualar o Incrementar ventas por fabricaciones metálicas Incremento de la satisfacción del cliente	Porcentaje de cumplimiento del objetivo de ventas en el trimestre actual vs el trimestre anterior Porcentaje de satisfacción del cliente	Gestión Comercial	Gerente comercial
P-03	Equipos con tecnología de punta	Asegurar la operatividad de máquinas y equipos usados para la fabricación de productos	Porcentaje de disponibilidad de máquinas y equipos en planta	Mantenimiento	Jefe de Planta
P-04		Garantizar equipos e instrumentos calibrados para inspecciones y fabricación	Porcentaje de cumplimiento de programa de calibración de equipos e instrumentos	Aseguramiento y control de calidad	Gerente de Calidad
P-05	Personal competente	Asegurar el personal según lo requerido	Porcentaje de eficacia de captación de personal contratado	Recursos Humanos	Jefe de Recursos Humanos

		Asegurar las competencias del personal de la empresa	Porcentaje de cumplimiento del programa de capacitación		
P-06	Productos y servicios que satisfagan los requerimientos de los clientes (PC5)	Abastecimiento de materiales e insumos requeridos en el tiempo acordado	Porcentaje de solicitudes de compra tramitadas y entregadas por el proveedor a tiempo a planta	Compras	Jefe de Compras
P-07		Minimizar productos no conformes resultado del proceso de fabricación	Porcentaje de productos no conformes en el proceso de fabricación	Aseguramiento y control de calidad	Gerente de Calidad
	Minimizar productos No conformes reportados por el cliente en montaje	Porcentaje de productos No conformes reportados por el cliente en montaje			
P-08		Asegurar el cumplimiento de las especificaciones técnicas	Eficacia en la entrega de planos para fabricación a planta	Ingeniería de Detallamiento	Jefe de Detallamiento
P-09		Asegurar el cumplimiento del cronograma de entrega de productos	Porcentaje de cumplimiento de toneladas despachadas según lo planificado	Despacho	Jefe de Planta
			Porcentaje de cumplimiento de fabricación en Fe Negro de lo planificado en toneladas	Gestión de Fabricaciones	
P-10		Garantizar una eficiente y eficaz administración del proyecto	Cumplimiento de avance del cronograma general del proyecto	Gestión de Proyectos	Jefe de Proyectos
			Porcentaje de eficiencia en ejecución del proyecto		
			Porcentaje de utilidad neta del proyecto		

4.2.3. Evaluación de factores internos y externos

Matriz FODA

Para construir una herramienta de análisis que permitiera incorporar los factores que inciden sobre el desempeño de la organización, se procedió a una actividad con el equipo de trabajo y los investigadores, cuyos resultados fueron plasmados en una matriz de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. De dicha actividad se extrajeron los elementos que se presentan a continuación y se representan gráficamente en la Figura 4.20:

Fortalezas: a partir de las opiniones del grupo, se consideran como principales fortalezas los siguientes elementos:

- La empresa cuenta con equipos de última tecnología.
- Recurso Humano calificado.
- Amplia experiencia en el rubro metalmecánico.
- Organización certificada internacionalmente ISO 9001:2015.
- Procesos de Recubrimiento certificado por SSPC QP3.
- Capacidad de diseño estructural.
- Sólida situación financiera.
- Layout (esquema de distribución de recursos, equipos y materiales) eficiente y ordenado.

Oportunidades: Los factores externos que inciden sobre la actividad económica de la empresa que se pueden considerar como oportunidades son:

- Reactivación de proyectos mineros en el sur del Perú.
- Oferta de terrenos amplios al sur de Lima Metropolitana.
- Industrialización de las zonas al Sur de Lima.
- Búsqueda de proveedores alternativos ante destape de corrupción en el Estado.
- Demanda de mercado extranjero en crecimiento.
- Demanda de clientes con exigencias ambientales.

Debilidades: a partir de las opiniones del grupo, se consideran como principales debilidades los siguientes elementos internos de la empresa:

- Alta rotación de personal operativo.
- Débil análisis del costo de los procesos y actividades operativas.

- Altos costos de producción.
- Falta de infraestructura (Comedor, sala de capacitación).
- Incumplimiento de fechas de entrega contractual.
- Poca continuidad en las ventas
- Falta de espacio para actividades de preensambles y patio de despachos.
- Débil gestión de recursos humanos.

Amenazas: Los factores externos que inciden sobre la actividad económica de la empresa que se pueden ser considerados como amenazas son:

- Incurción de empresas metalmecánicas de origen extranjero en Perú.
- Incremento de competidores en el sector.
- Resistencia de las comunidades por proyectos mineros.
- Cierre de vía de acceso por pobladores de la zona u obras.
- Dependencia de contratistas de fabricación (Mano de obra calificada).
- Oferta laboral atractiva por parte de la competencia
- Distorsiones ocasionadas por las variaciones en los precios de los materiales.

Como resultado de la información obtenida de los informantes respecto a los elementos externos (amenazas y oportunidades) e internos (fortalezas y debilidades), se construyó la matriz FODA, así como las posibles estrategias que permitieran la combinación de estos aspectos en un plan de mejora (Ver Figura 24):

Figura 4.20.

Matriz FODA

<div style="text-align: center;"> <p>EXTERNAS</p> <hr style="border: none; border-top: 1px solid black; width: 100%;"/> <p>INTERNAS</p> </div>		OPORTUNIDADES	AMENAZAS
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Reactivación de proyectos mineros en el sur del Perú. 2. Oferta de terrenos amplios al sur de Lima. 3. Industrialización de la zona sur de Lima. 4. Búsqueda de proveedores alternativos ante casos de corrupción en el estado. 5. Demanda de mercado extranjero en crecimiento. 6. Demanda de clientes con exigencias ambientales 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incursión de empresas metalmecánicas extranjeras en el Perú. 2. Incremento de competencia en el rubro. 3. Resistencia de las comunidades por proyectos mineros. 4. Dependencia de contratistas de fabricación para mano de obra calificada. 5. Oferta laboral atractiva por parte de la competencia. 6. Dependencia de los precios internacionales de las materias primas
FORTALEZAS	ESTRATEGIAS FO (OFENSIVAS O DE CRECIMIENTO)	ESTRATEGIAS FA (DEFENSIVAS)	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Equipos de alta tecnología. 2. Recurso humano calificado. 3. Alta experiencia en el sector industrial. 4. Organización certificada internacionalmente ISO 9001 2015 5. Proceso de recubrimiento certificado SSPC QP3 6. Software para el control de la producción 7. Capacidad de diseño estructural. 	<p style="text-align: center;">Rediseñar los procesos operativos para reducir los costos de producción.</p> <p style="text-align: center;">Mejorar la eficacia de los procesos de la organización con la incorporación de tecnología.</p> <p style="text-align: center;">Aprovechar al máximo los recursos tecnológicos para atender las exigencias de los clientes.</p>	<p style="text-align: center;">Mejorar el clima laboral para incrementar la satisfacción de los trabajadores.</p> <p style="text-align: center;">Mejorar la calidad de los productos haciendo uso eficiente de la tecnología.</p> <p style="text-align: center;">Crear formas alternativas para utilizar los desperdicios</p>	
DEBILIDADES	ESTRATEGIAS DO – DE REORIENTACIÓN	ESTRATEGIAS DA - SUPERVIVENCIA	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Alta rotación de personal operativo. 2. Débil análisis del costo de los procesos y actividades operativas. 3. Altos costos de producción. 4. Falta de infraestructura (Comedor, sala de capacitación). 5. Incumplimiento de fechas de entrega contractual. 6. Poca continuidad en las ventas 7. Falta de espacio para actividades de preensambles y patio de despachos. 8. Débil gestión de recursos humanos. 	<p style="text-align: center;">Investigar nuevas alternativas de desarrollo de negocios en sectores distintos a la minería.</p> <p style="text-align: center;">Utilizar servicios externos para capacitar a los empleados en nuevas competencias y habilidades.</p>	<p style="text-align: center;">Estudiar la factibilidad de diseños alternativos para los clientes.</p> <p style="text-align: center;">Desarrollar nuevos productos con alta influencia tecnológica para que se demore el proceso de imitación por parte de los competidores.</p>	

4.3. Consideraciones finales del capítulo

En esta sección se hizo una descripción del sector económico general (industrias manufactureras) y particular (empresas metalmeccánicas), que basan su objeto de negocio en la transformación de metales mediante procesos metalúrgicos, en partes o suministros tales como maquinarias estructuras u otro tipo de equipos. De igual manera se utilizaron varios modelos de análisis para describir la situación de la empresa a nivel externo (análisis PESTEL y análisis de Porter); se diseñó el mapa de procesos estratégicos de la organización, la representación visual de la estructura organizacional y la matriz FODA.

Una vez realizado el análisis se procedió a definir los objetivos estratégicos de la de la organización para el año 2020: (a) incrementar las ventas locales en el sector de apoyo a la minería; (b) aumentar la satisfacción del cliente; (c) lograr la eficacia en los procesos, (d) rediseñar los procesos operativos para reducción de costos de la producción; (e) mejorar el clima laboral; (f) investigar nuevas alternativas de desarrollo de negocios y (g) estudiar diseños alternativos para los clientes.

CAPÍTULO V. PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

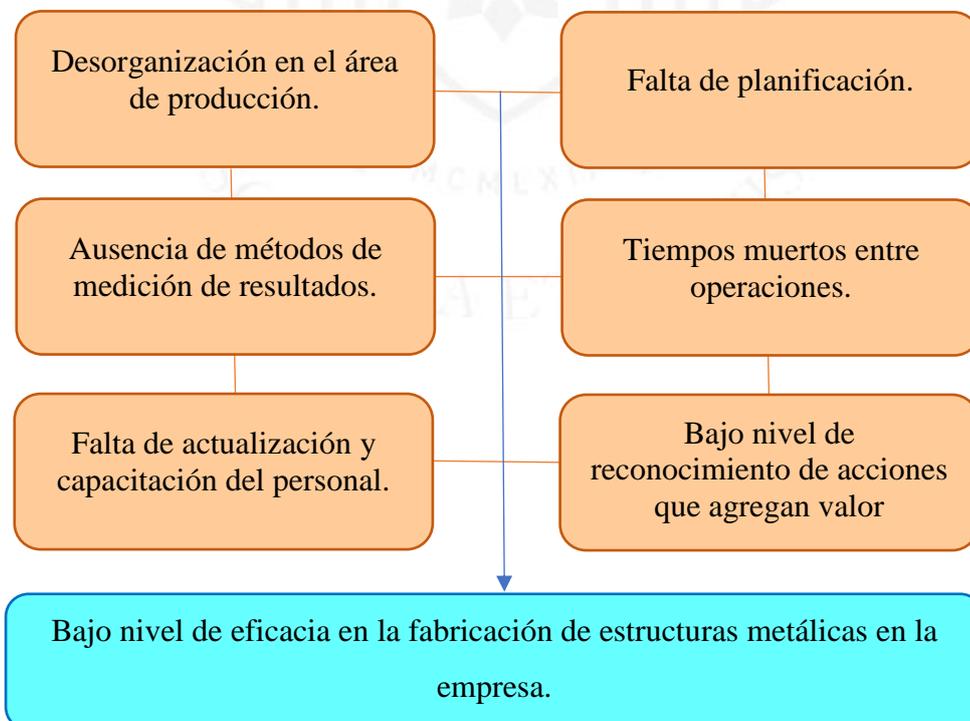
El propósito principal de esta sección del estudio fue la identificación del problema mediante los métodos provistos por la ingeniería para dicha actividad. Para ello, se recopilaron los problemas principales detectados en las actividades anteriores, se aplicó una matriz de identificación de problemas, lo cual incluía la realización de cuatro subactividades: (a) selección de los factores de evaluación, (b) elaboración de la matriz de enfrentamiento, (c) determinación de la escala de consecuencias y (d) aplicación de la matriz de evaluación de problemas.

5.1. Identificación del problema.

En el diagnóstico exploratorio se identificaron seis problemas que afectaban gestión de producción de la empresa, los cuales se representan en la Figura 5.1:

Figura 5.1.

Problemas específicos asociados a la gestión de producción



Estos problemas fueron consultados y evaluados entre el grupo de trabajo de la empresa, para conocer las características de cada uno de los problemas identificados en la problemática y avanzar en la detección de la causa raíz.

5.1.1. Desorganización en el área de producción:

Las fallas que se manifiestan en la comunicación entre las áreas principales de la empresa, relacionadas con la toma de decisiones comerciales, logísticas de planificación y de manufactura, tiene efectos sobre la eficacia ya que ocurren situaciones como: (a) cambios en la planificación, (b) fallas de inventario, (c) retrasos en la entrega de materiales que origina cuellos de botella, (d) desorganización en el área de trabajo que incrementa los riesgos y genera retrasos, y (e) instrucciones inadecuadas el personal que genera desorganización.

5.1.2. Falta de planificación en las órdenes de fabricación:

La falta de planificación incide sobre los niveles de productividad por las razones mencionadas en el punto anterior, lo que a su vez trae como consecuencia el incumplimiento de las tareas o los procesos programados. En este sentido, entre los meses de enero de 2015 y diciembre de 2019, la empresa había logrado adjudicarse nueve proyectos, los cuales significa el procesamiento de 12,812 toneladas de estructuras metálicas (Ver Tabla 5.1).

Tabla 5.1.*Proyectos adjudicados entre los años 2015 y 2019*

Nombre del Proyecto	Toneladas estimadas del proyecto
Buenaventura	5,390.00
Glasbon	740.00
JJC	2,402.00
Municipalidad de Lima/MTC	1,294.00
Cosapi	2,324.00
Aceros Arequipa	1,850.00
Minsur	3,158.00
Metro 2	2,195.60
SMCV 0119	6,470.00
Totales	25,823.60

Sin embargo, la producción de muchos de estos proyectos ha manifestado retrasos en sus entregas, motivo por el cual no se han cumplido con los tiempos de contrato (Ver Tabla 5.2).

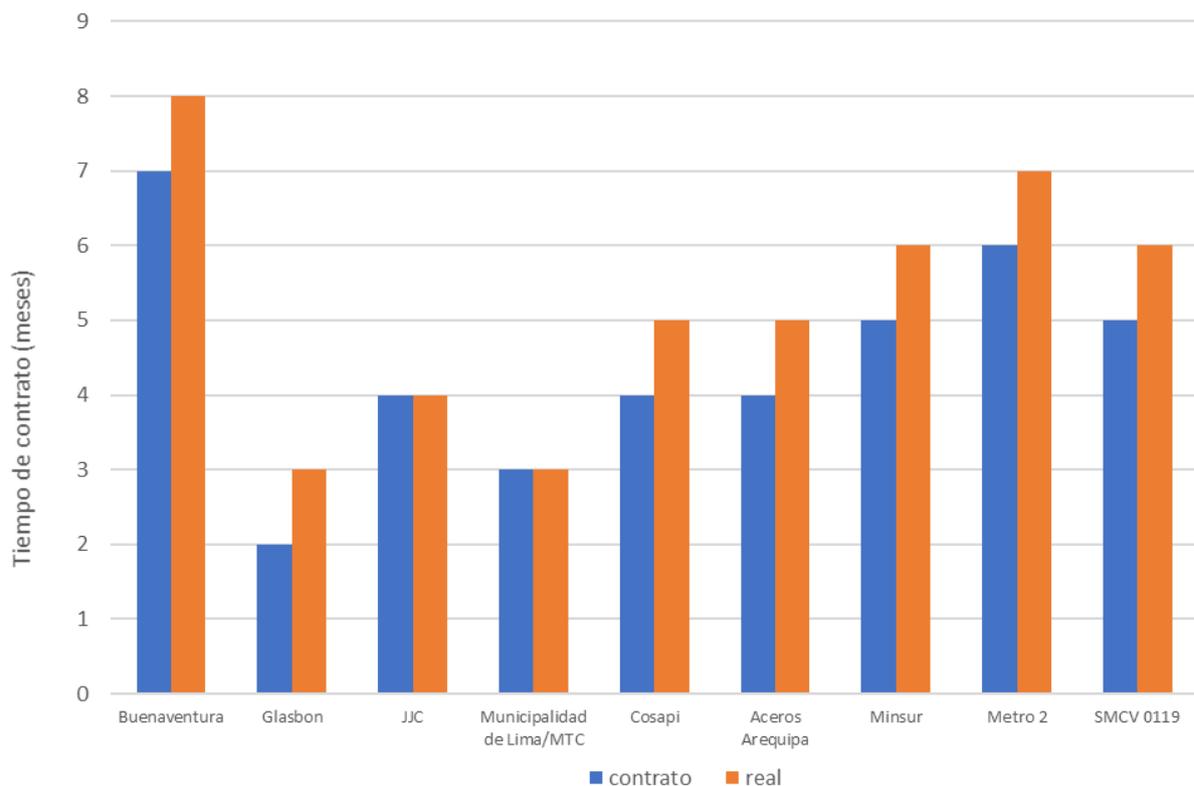
Tabla 5.2.*Porcentaje de retrasos en entrega de proyectos*

Nombre del proyecto	Toneladas	Meses		Real VS. Contrato
		Tiempo contrato	Tiempo real	
Buenaventura	5,390.00	7	8	114.29%
Glasbon	740.00	2	3	150.00%
JJC	2,402.00	4	4	100.00%
Municipalidad de Lima/MTC	1,294.00	3	3	100.00%
Cosapi	2,324.00	4	5	125.00%
Aceros Arequipa	1,850.00	4	5	125.00%
Minsur	3,158.00	5	6	120.00%
Metro 2	2,195.60	6	7	116.67%
SMCV 0119	6,470.00	5	6	120.00%
<i>Total</i>	25,823.60	40	47	117.50%

En la Figura 5.2 se pueden apreciar gráficamente las variaciones entre la fecha de culminación de contrato y la fecha de entrega real que ha existido un retraso promedio de 17.5%, esto se convierte en penalidades al cierre del proyecto, y menores utilidades para la organización.

Figura 5.2.

Niveles de retrasos en entrega de proyectos (2015-2019)



5.1.3. Ausencia de métodos de medición de resultados:

A pesar de que la dirección de la organización ha propuesto indicadores para medir el desempeño de la producción, no se han identificado los métodos adecuados que puedan evaluar de forma eficiente la efectividad de los procesos, lo que trae como consecuencia bajo nivel de relación entre la toma de decisión y los resultados cuantitativos de la organización.

5. 1.4. Tiempos muertos entre operaciones:

Como consecuencia de las fallas originadas por la desorganización y fallas en la planificación en las órdenes de producción se genera un excesivo tiempo muerto en los

trabajadores ocasionado principalmente por tres razones: a) cambios en la programación de trabajo, lo que implica reemplazo de herramientas y tiempo perdido; b) falta de materiales para el proceso productivo por problemas de coordinación entre las áreas de planeación y el área de adquisiciones; c) desconocimiento del personal respecto a las prioridades de trabajo o a las características del proyecto que se va a desarrollar. En la Tabla 5.3 se muestra un resumen de la eficacia de cada uno de los subprocesos y en el Anexo 3 se detallan los datos de producción en kilos por etapa del proceso:

Tabla 5.3.

Eficacia de cada uno de los subprocesos

Proceso	Kilos entregados	Producción (kilos)	Material no procesado (kilos)	% Eficacia
Despacho de material	24,507,612	-	-	
Habilitado	24,507,612	23,584,581	923,031	96.23%
Armado	23,584,581	22,395,819	1,188,762	94.96%
Soldadura	22,395,819	21,015,469	1,380,350	93.84%
Limpieza Mecánica	21,015,469	20,934,483	80,986	99.61%
Preparación superficial	20,934,483	20,878,300	56,183	99.73%
Pintura	20,878,300	20,827,624	50,676	99.76%
Total	24,507,612	20,827,624	3,679,988	84.98%

Nota: los subprocesos donde se aprecian mayores niveles de retraso son los de soldadura (93.84% de eficacia) y armado (94.96% de eficacia).

La observación general que se obtiene del análisis de los datos obtenidos en la determinación de los niveles de eficacia en el procesamiento de materiales es que se aprecia que un total de 3,680 toneladas de material no fueron procesadas a tiempo del total general de 24,507 toneladas entregadas a producción con lo que la eficacia en el proceso se ubica en 84.98%.

5. 1.5. Falta de actualización y capacitación del personal:

A pesar de que la empresa ha invertido en nuevas tecnologías para incorporar cambios y simplificación de actividades, no se ha nivelado las competencias del capital humano,

especialmente en el uso de tecnología de información, por lo que no se ha aprovechado en su totalidad los beneficios de esta inversión.

5. 1.6. No se han identificado actividades que agregan y no agregan valor.

Al no haberse identificado los niveles de desempeño de los procesos, ni los indicadores adecuados, se ha hecho difícil visualizar y reconocer las actividades que agregan valor y diferenciarlas de aquellas que no agregan valor para eliminarlas de manera progresiva.

5.2. Matriz de Identificación de problemas.

5.2.1. Factores de evaluación

Para evaluar los factores se utilizó la matriz de evaluación de problemas de ocho factores, a partir del modelo propuesto por Paz (2021), con la intención de conocer los principales problemas y el impacto que va a tener su solución (Ver Anexo 1).

5.2.2. Matriz de enfrentamiento

La siguiente actividad fue el enfrentamiento de cada uno de los factores entre sí para evaluar la importancia de cada uno de estos a través de una referencia cruzada en la cual se emplearon los siguientes criterios: a) dos puntos si el factor es más importante, (b) un punto, si son iguales de importante y (c) cero puntos si el problema es menos importante. Los resultados de esta experiencia se presentan en la Tabla 5.4.

5.2.3. Escala de consecuencias

Cada uno de los factores de evaluación fueron categorizados con una escala de consecuencia para identificar y valorar de forma objetiva el impacto de dichos problemas sobre los resultados generales del proceso de fabricación de estructuras metálicas (Ver Anexo 2).

5.2.4. Matriz de evaluación de problemas

Como última actividad en esta etapa de la investigación, los problemas detectados en la fase de diagnóstico fueron ponderados de acuerdo con los criterios de evaluación de cada problema y los factores de la matriz de evaluación cuyos puntajes se sitúan entre uno, al menor impacto y cinco al de mayor impacto o complejidad. (Ver Tabla 5.5).

Tabla 5.4.*Resultados de la aplicación de la matriz de enfrentamiento:*

Cod.	Factor	A	B	C	D	E	F	G	H	Puntaje Total	Importancia
A	Grado de dificultad		0	1	0	0	2	1	0	4	7%
B	Beneficio	2		2	2	2	2	2	1	13	23%
C	Probabilidad	1	0		1	1	1	1	1	6	11%
D	Impacto en Planificación	2	0	1		0	0	0	1	4	7%
E	Impacto en ejecución	2	0	1	2		2	1	1	9	16%
F	Impacto en seguimiento y control.	0	0	1	2	0		0	1	4	7%
G	Impacto sobre los objetivos	1	0	1	2	1	2		1	8	14%
H	Impacto sobre la seguridad.	2	1	1	1	1	1	1		8	14%
Total										56	100%

Valores:

2= Más importante

1= Igual de importante

0= Menos importante

Tabla 5.5.*Matriz de evaluación de problemas.*

Factor	Peso	Problemas											
		Desorden en el proceso		Falta de planificación		Ausencia de indicadores		Exceso de tiempos muertos		Falta de capacitación		Identificación de actividades que agregan valor	
		Evaluación	Puntaje	Evaluación	Puntaje	Evaluación	Puntaje	Evaluación	Puntaje	Evaluación	Puntaje	Evaluación	Puntaje
Grado de dificultad	7%	4	0.28	4	0.28	5	0.35	3	0.21	4	0.28	4	0.28
Beneficio	23%	4	0.92	5	1.15	3	0.69	5	1.15	4	0.92	5	1.15
Probabilidad	11%	3	0.33	5	0.55	3	0.33	3	0.33	3	0.33	2	0.22
Impacto en Planificación	7%	3	0.21	5	0.35	3	0.21	2	0.14	2	0.14	5	0.35
Impacto en ejecución	16%	5	0.80	4	0.64	4	0.64	5	0.80	4	0.64	4	0.64
Impacto en seguimiento y control.	7%	2	0.14	5	0.35	5	0.35	3	0.21	2	0.14	3	0.21
Impacto sobre los objetivos	14%	3	0.42	5	0.70	5	0.70	5	0.70	4	0.56	4	0.64
Impacto sobre la seguridad.	14%	5	0.70	3	0.42	3	0.42	3	0.42	5	0.70	1	0.14
		3.80		4.44		3.69		3.96		3.71		3.63	

Nota: las evaluaciones fueron llevadas a cabo por los investigadores, tomando en cuenta las opiniones y puntos de vista obtenidos en el grupo de consulta en el área de producción de la empresa.

5.3. Consideraciones finales del capítulo

Se aplicó una matriz de identificación de problemas, lo cual incluía la realización de cuatro subactividades: (a) selección de los factores de evaluación, (b) elaboración de la matriz de enfrentamiento, (c) determinación de la escala de consecuencias y (d) aplicación de la matriz de evaluación de problemas. los problemas detectados en la fase de diagnóstico fueron ponderados de acuerdo con los criterios de evaluación de cada problema y los factores de la matriz de evaluación, con lo que se determinó que la falta de planificación era el principal problema que estaba afectando la eficacia en la producción de la empresa.



CAPÍTULO VI. DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE CAUSAS

Al cierre de la sección anterior se obtuvo que el problema principal era la falta de planificación en la fabricación de estructuras metálicas. En el siguiente capítulo se identificó la causa raíz para luego reconocer las alternativas más viables que permita solucionar el problema en las mejores condiciones económicas y de eficiencia.

6.1. Análisis de Causa Raíz.

Metodológicamente, se elaboró una lista de chequeo que fue revisada en conjunto con el grupo de consulta, la cual se muestra en el Anexo 4 y se exponen sus resultados a continuación:

6.1.1 Métodos

Los resultados obtenidos en la observación y discusión de resultados relacionados con los métodos de trabajo permitieron detectar el cumplimiento de acciones alineadas con buenas prácticas organizacionales aplicadas a nivel internacional, lo que incluye el uso de métodos que permitan reconocer a tiempo fallas en los procesos de fabricación, de cumplimiento con frecuencia de reuniones a nivel táctico y estratégico que permitan trazar nuevas mejoras en los procesos y hacer un debido control y seguimiento de las actividades; ejecución de inspecciones diarias para evaluar la maquinaria y equipos, así como las necesidades de mantenimiento. Además, el proceso de fabricación está sustentado en un sistema de información de tipo ERP; sin embargo, este mantiene limitaciones en cuanto a la información en tiempo real, no se ha desplegado todas sus capacidades; además no se cumple con una metodología específica para gestionar los proyectos y el manejo de los recursos incluidos en las mejoras.

De igual manera, se reconocieron debilidades en el manejo de las siguientes acciones: ausencia de planes de acción para conservar y mejorar el estado de máquinas y equipos que permita la participación de los trabajadores; inexistencia de una metodología para seguir de manera estandarizada la necesidad de implementar mejoras; falta de integración entre las áreas de comercialización, planeación, gestión de suministros y fabricación, que permita reconocer la organización de las actividades internas basadas en las necesidades del mercado.

6.1.2 Maquinarias

En la evaluación de los aspectos relacionados con las maquinarias, la aplicación de la guía de observación permitió evidenciar el cumplimiento de tres aspectos importantes: (a) acciones de mantenimiento preventivo en los equipos del área de producción, aspecto que si bien existe, se evidencia incumplimiento en la programación, (b) existencia de un programa que sigue los principios de la metodología 5 S para garantizar la organización y limpieza de maquinarias y equipos de manera periódica, del cual también se evidencia incumplimiento, y (c) alineación entre los niveles de existencia de maquinarias y las metas de producción, lo cual incide en el cumplimiento de la demanda proyectada. Sin embargo, se observaron paradas en planta por ausencia de mantenimiento en los equipos o de piezas de reemplazo, lo cual afecta los planes producción y las metas diarias. Por otra parte, no existen equipos sustitutivos de maquinarias en reparación.

6.1.3 Materiales

En relación con los materiales, los hallazgos obtenidos en la observación fueron: (a) existencia de los materiales y herramientas necesarias para que los trabajadores hagan sus labores de manera adecuada, (b) disposición de los equipos de protección personal que garanticen la seguridad en los ambientes de trabajo y (c) existencia de métodos de comunicación adecuada entre los miembros del equipo de operaciones. Pero, a pesar de que se han desarrollado iniciativas para evaluar el cumplimiento de los proveedores, se manifiesta retrasos en las entregas de algunos proveedores.

Del mismo modo, se evidenció el incumplimiento de las siguientes acciones o buenas prácticas relacionadas con el manejo de materiales: (a) generación de desperdicio de materiales en el proceso productivo, (b) no se ha propiciado el mantenimiento autónomo, por lo que los operadores carecen de herramientas para mantenimiento o cambios de repuestos a los equipos, (c) al inicio de un proyecto específico no se cuentan con todos los materiales e insumos, lo que retrasa el inicio de las operaciones y el cumplimiento de las fechas de entregas al cliente y (d) no se ha creado estrategias de intercambio de información políticas de costos mediante órdenes de compras abiertas con los proveedores que contribuyen con la eficiencia financiera del proceso productivo.

6.1.4 Procesos

En relación con los procesos del área estudiada se observó el cumplimiento de las siguientes buenas prácticas: (a), existencia de indicadores de desempeño en el área de producción; sin embargo no son ejecutados de manera periódica y son analizados en reuniones gerenciales, lo que hace que su impacto sobre la toma de decisiones sea muy bajo, (b) el nivel de productos defectuosos representa menos del 0,5% del total de fabricación, resultados que están acordes con las metas establecidas por la empresa y (c) hay un manifiesto interés en el personal en cumplir con los procedimientos de calidad.

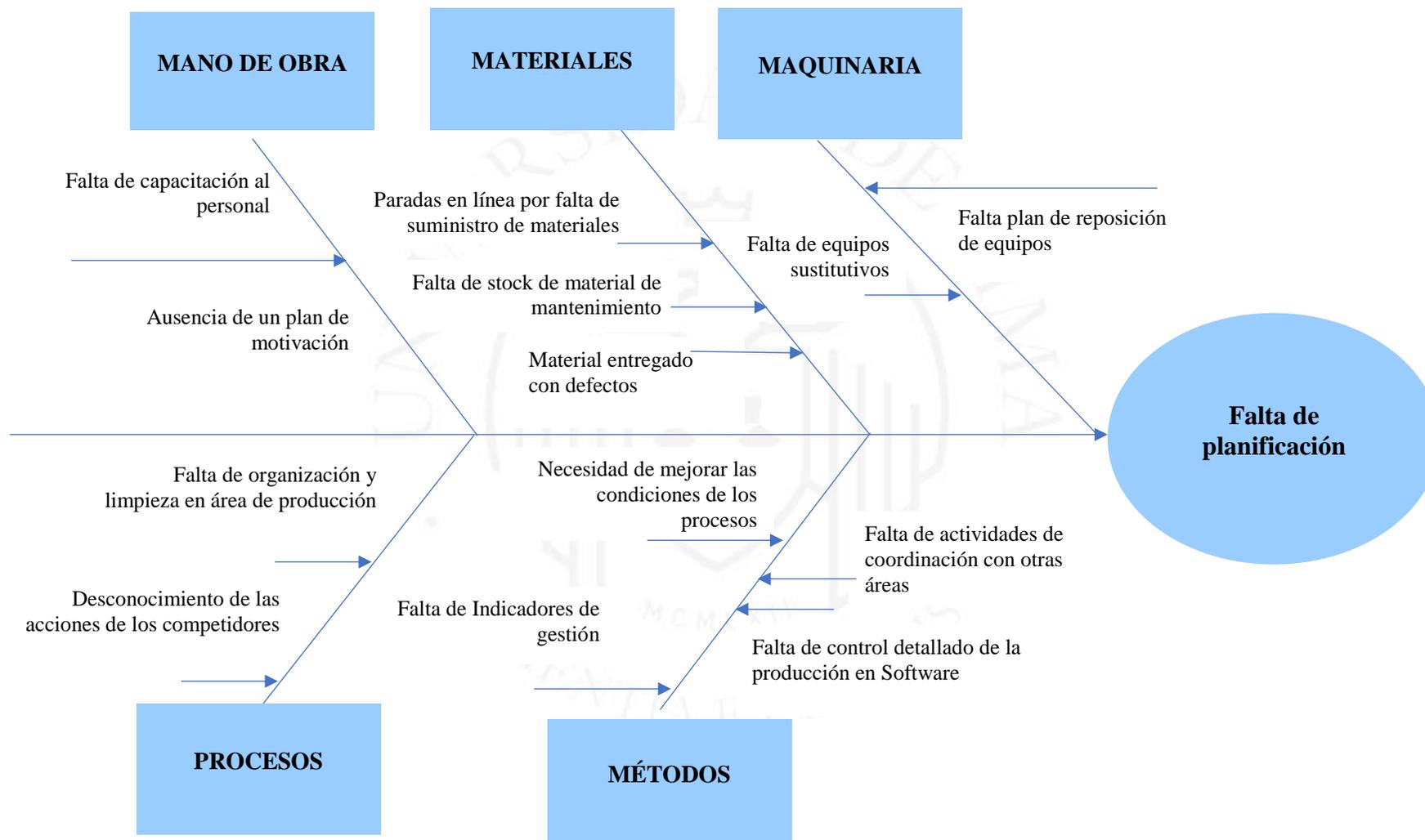
Sin embargo se detectaron oportunidades de mejora en los siguientes aspectos: (a) cumplimiento de los estándares de limpieza ya que se evidencia desorganización en el proceso de fabricación, (b) Incumplimiento de las actividades trazadas en el plan de 5S, lo que ha traído como consecuencia espacios sucios y desordenados, (c) no se han llevado a cabo las mediciones específicas que permitan determinar los retrasos en la producción y (d) no se han hecho comparaciones entre las estrategias de la organización y la de sus competidores principales.

6.1.5 Formación del personal

El análisis de la dimensión de los recursos humanos fue uno de los aspectos en los que se detectó la mayor cantidad de situaciones de incumplimiento de buenas prácticas, por lo que se puede determinar qué: (a) el personal operativo no ha sido incluido en los planes de formación, para desarrollar nuevas competencias y mejorar su desempeño, (b) de manera específica, no han recibido formación en actividades de mantenimiento preventivo y productivo de las máquinas (c), no existe en el presupuesto un plan formal de capacitación (d), no se ha incentivado al personal a proponer mejoras ni se reconocen los logros individuales o colectivos. Las causas detectadas fueron representadas en el Diagrama de Ishikawa (Ver Figura 6.1):

Figura 6.1.

Diagrama de Ishikawa de los factores que inciden en la falta de planificación



Nota: Resultados de la lista de observación (2020).

6.2. Evaluación de Causas.

Una vez efectuada la observación, las debilidades detectadas fueron priorizadas mediante la técnica de grupo nominal, cumpliendo con las siguientes actividades:

- a) Categorizaron los problemas hasta obtener una lista de 16 ítems: falta de control detallado de la producción, fomento de iniciativas de mejoras, falta de materiales en proceso productivo, coordinación entre departamentos, capacitación del personal, plan de motivación al personal, falta de materiales para mantenimiento, desconocimiento de necesidades de clientes, desconocimiento de la competencia, incumplimiento de estándares de limpieza, alianzas con proveedores, falta de organización en el área, falta de plan de reposición de equipos, falta de equipos sustitutos, falta de mediciones de tiempo y acciones para mejorar equipos
- b) Esta lista fue compartida entre los miembros del equipo de consulta de la investigación, integrado por diez personas: gerente general, gerente de calidad y procesos, jefe de planta, jefe de proyectos, planeador de producción, supervisor de producción de estructurado, supervisor de producción de recubrimientos, operario armador de estructura metálicas, soldador de estructuras metálicas y pintor de estructuras metálicas.
- c) Se le solicitó a cada uno de ellos que seleccionara los diez problemas que más inciden sobre los retrasos en las entregas a los clientes.
- d) Una vez los seleccionados, se les solicitó que los ordenaran del problema más crítico (valor 1) al menos crítico.
- e) Los datos fueron tabulados y analizados, otorgando 10 puntos al problema más crítico y 1 punto al menos crítico.
- f) Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1.

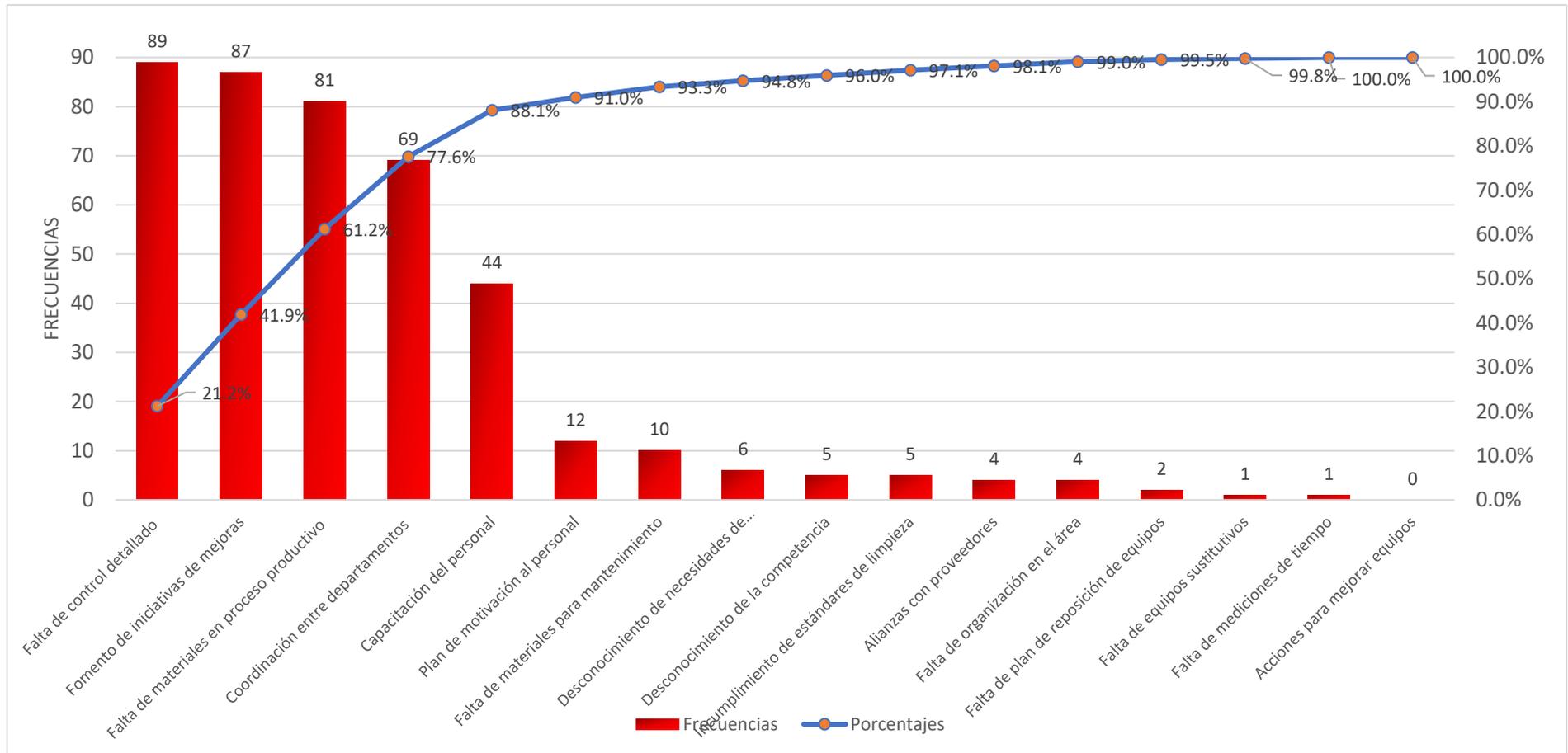
Aplicación de la técnica de grupo nominal para evaluar los problemas de los subprocesos de fabricación de estructuras metálicas hasta lograr el producto final dentro de la planta.

No.	Problema evaluado	Puntos	%	Acum.
1	Falta de control detallado de la producción	89	21.2%	21.2%
2	Fomento de iniciativas de mejoras	87	20.7%	41.9%
3	Falta de materiales en proceso productivo	81	19.3%	61.2%
4	Coordinación entre departamentos	69	16.4%	77.6%
5	Capacitación del personal	44	10.5%	88.1%
6	Plan de motivación al personal	12	2.9%	91.0%
7	Falta de materiales para mantenimiento	10	2.4%	93.3%
8	Desconocimiento de necesidades de clientes	6	1.4%	96.8%
9	Desconocimiento de la competencia	5	1.2%	96.0%
10	Incumplimiento de estándares de limpieza	5	1.2%	97.1%
11	Alianzas con proveedores	4	1.0%	98.1%
12	Falta de organización en el área	4	1.0%	99.0%
13	Falta de plan de reposición de equipos	2	0.5%	99.5%
14	Falta de equipos sustitutos	1	0.2%	99.8%
15	Falta de mediciones de tiempo	1	0.2%	100.0%
16	Acciones para mejorar equipos	0	0.0%	100.0%

De la aplicación del proceso de consulta se obtuvo que, de acuerdo con la percepción del equipo de consulta, las causas que más se relacionan con el problema son: falta de control detallado de la producción en software, fomento de iniciativas de mejoras; falta de materiales en proceso productivo y coordinación entre departamentos (Ver Figura 6.2).

Figura 6.

Diagrama de Pareto de priorización los elementos que inciden en la falta de planificación.



Nota: Obtenido de los resultados de técnica de grupo nominal (2020).

6.3. Evaluación de Riesgos.

A partir de la evaluación mostrada en la Tabla 6.1, se perfila que la empresa podría aplicar para mejorar el problema principal detectado en la organización:

- a) Plan de capacitación al personal para incrementar sus habilidades en el área de producción.
- b) Planeación de suministros y materiales mediante la articulación de un presupuesto de producción.
- c) Integración mediante un plan de comunicación entre las áreas de gestión comercial, planificación y suministros y manufactura, que permita detectar los requerimientos y prioridades a partir de los intereses del cliente.
- d) Implementación de un software para hacer seguimiento a los procesos, implementar mejoras y permita obtener información en tiempo real de las operaciones.

6.4. Restricciones

Se tienen dos tipos de restricciones; físicas y políticas que impiden el funcionamiento correcto de un sistema, se va a analizar las restricciones para la fabricación de estructuras metálicas:

6.6.1. Restricciones Físicas:

- a) Falta de máquinas de Soldar, lo que genera retraso en los procesos y cuellos de botella.
- b) Falta de equipos de izaje, que de la misma manera incide en la formación de cuellos de botella y retrasos en los procesos productivos.
- c) Faltan componentes para el término de cada elemento, debido a fallas en el suministro de información del área de producción al área de planificación lo cual genera roturas de inventario.
- d) Falta de planificación, motivado por fallas en la comunicación entre las áreas con poder de decisión en la gestión de manufactura (producción, planeación y finanzas).
- e) Falta de capacitación a los operadores de planta lo cual genera retraso por fallas motivada por el desconocimiento en el manejo de los equipos o en las operaciones.

6.6.2. Restricciones Políticas:

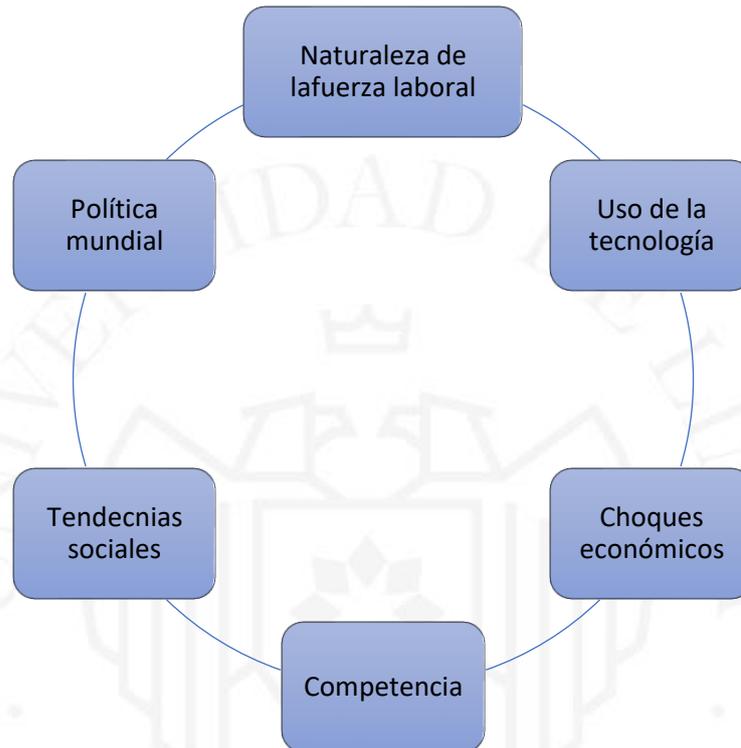
- a) Falta de Indicadores: los indicadores que la empresa ha desarrollado han estado más orientados al logro de metas financieras, por lo que no han incorporado una perspectiva que permita medir aspectos como la efectividad de los procesos, la formación del personal satisfacción de los clientes.
- b) Falta de políticas de sanciones por incumplimiento en colaboradores. No se ha definido procedimientos para evaluar la frecuencia de incumplimiento por parte de los proveedores y la creación de políticas de sanciones que minimicen los efectos de los retrasos en la entrega a los clientes.
- c) Falta de liderazgo. las personas consultadas consideran que la dirección de la empresa no se ha esforzado en generar el cambio necesario para adaptar los procesos de la empresa a las nuevas tecnologías.
- d) Falta de comunicación interna. La falta de creación de métodos formales de comunicación entre las áreas claves de proceso ha generado fallas en los suministros de materiales, la comprensión de las prioridades y la determinación de necesidades de mejora en el área de producción.

6.5. Fuerzas promotoras.

En la Figura 6.3 se muestran las fuerzas promotoras de la empresa:

Figura 6.3.

Cuadro de fuerzas promotoras de la empresa.



- Naturaleza de la fuerza laboral: se debe considerar la diversidad étnica, social y cultural del país, así como la satisfacción y la motivación mediante incentivos por desempeño, para mejorar las condiciones laborales del personal de planta.
- Uso de la Tecnología: para enfrentar los retos que imponen la competitividad, las nuevas necesidades de los clientes y la innovación, es necesario la aplicación de tecnología más avanzada en beneficio de la agilización de los procesos.
- Choques económicos: es importante tomar en cuenta distorsiones en los precios internacionales de los metales y sus efectos en el sector minero peruano, lo que afecta su capacidad de inversión y puede incrementar o disminuir en forma drástica la demanda.
- Competencia: incursión de nuevos inversionistas locales en el área de soporte e infraestructura a la industria de la minería.

- e) Tendencias sociales: es un aspecto inherente a los negocios los cambios en las preferencias de los clientes y del mercado, especialmente por la influencia de las innovaciones tecnológicas.
- f) Política mundial: la denominada guerra comercial entre China y los Estados Unidos, que afecta el precio de las materias primas, de las tecnologías y otros componentes de la cadena de suministro en la industria minera.

Para contrarrestar los efectos negativos de las fuerzas promotoras y aprovechar las ventajas, se propone un modelo de gestión del cambio que sirva como referencia para implementar nuevas estrategias en la organización (Ver Figura 6.4):

Figura 6.4.

Modelo de gestión del cambio en la organización



6.6. Consideraciones finales del capítulo

se realizó un análisis de causa raíz que fue resumido mediante un diagrama de causa y efecto que permitió determinar los factores que incidían en la falta de planificación en los procesos de manufactura de la empresa. Así, el diseño de una estrategia para mejorar los procesos en la fabricación de estructuras metálicas en la empresa objeto de estudio es una actividad compleja, ya que requiere coordinar e integrar las acciones de áreas internas de la organización y las metas de los diferentes miembros de que participan en el proceso productivo, y la sincronización con proveedores y clientes.

CAPÍTULO VII. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN Y ELECCIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA

En esta sección de la investigación se procedió a someter diversas alternativas de gestión con diferentes enfoques metodológicos para dar solución al problema planteado en la organización relacionados con las fallas en la planificación y programación de las actividades de manufactura. en la solución del problema se utilizaron recursos para evaluación de alternativas tales como la matriz de riesgos y la matriz FACTIS para determinar de manera cuantitativa la alternativa más conveniente.

7.1. Evaluación de las alternativas de solución.

Una vez determinadas las causas (falta de control detallado de la producción en software, fomento de iniciativas de mejoras; falta de materiales en proceso productivo y coordinación entre departamentos) y el efecto (falta de planificación en la fabricación de estructuras metálicas), se plantearon las siguientes alternativas de solución:

- a. Alternativa A: aplicación de la metodología de lean manufacturing, en beneficio de la productividad. esta alternativa implicaría el uso de los talentos actuales mediante el proceso de simplificación de las actividades y la nivelación de cada uno de los departamentos de la empresa para alcanzar los requisitos del cliente, con énfasis en la mejora de procesos y métodos de trabajo
- b. Alternativa B: Reorganización, reevaluación y rediseño de las actividades operativas y las funciones de la planeación y ejecución de la producción desde la perspectiva integrada del software y la filosofía Industria 4.0. para incrementar la eficacia.
- c. Alternativa C: Implementación del modelo de gestión ERP en la planificación de los recursos de la organización, que contribuya a la automatización y simplificación en los requerimientos de materiales, la gestión de los proyectos, el intercambio de información con los clientes, la minimización de los riesgos y las operaciones de las redes de suministro.

7.2. Evaluación del riesgo.

En la Tabla 7.1, se muestra la matriz de riesgos del proyecto, herramienta mediante la cual se identifican, analizan, evalúan y se actúa frente a los riesgos y oportunidades que se presentan en la implementación de un proyecto:

Tabla 7.1.

Matriz de riesgos y oportunidades

PROCESO:		GESTIÓN DE FABRICACIONES			RESPONSABLE:		JEFE DE PLANTA		
DESCRIPCIÓN		IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y OPORTUNIDAD				ANÁLISIS DEL RIESGO		CALIFICACIÓN	
No.	ACTIVIDAD	EVENTO NO DESEADO / OPORTUNIDADES	RESPONSABLE DEL EVENTO NO DESEADO	EFECTO (POSITIVO O NEGATIVO)	CONTROL EXISTENTE	P	I	P x I	NIVEL DE RIESGO
1	Soporte de sistemas de Software y hardware	Caída del servidor	Soporte de TI	Pérdida del banco de CV	Backups de la Información	2	3	6	Moderado
		Solicitar materia prima diferente a la establecida por el área de detalle.	Planner de producción	Retraso en los entregables, por parada de planta	Revisar el requerimiento de detalle respecto a la orden de compra	1	3	3	Moderado
2	Requerimiento de materia prima, insumos y consumibles	Escasez de perfiles solicitados en el mercado local	Externo	Retraso en la compra o en producción	Buscar productos alternativos y aprobación del cliente	2	3	6	Moderado
		Mala información por parte del proveedor para entregar materiales.	Externo	Retraso en la llegada de material a planta	Evaluación de Proveedores	2	3	6	Moderado
3	Recepción de materiales	Mala digitación de las cantidades en la Guías de Remisión	Proveedor	No registrarlo en el inventario	Control Visual	2	2	4	Moderado
4	Almacenamiento de materiales	Errores de almacenamiento (perfiles laminados)	Supervisor de Almacén	No tener un orden para el almacenamiento de los materiales. Desabastecimiento de las máquinas de habilitado.	Marcadores metálicos en la superficie de los perfiles	1	3	3	Moderado

DESCRIPCIÓN		IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y OPORTUNIDAD			ANÁLISIS DEL RIESGO		CALIFICACIÓN		
No.	ACTIVIDAD	EVENTO NO DESEADO / OPORTUNIDADES	RESPONSABLE DEL EVENTO NO DESEADO	EFECTO (POSITIVO O NEGATIVO)	CONTROL EXISTENTE	P	I	P x I	NIVEL DE RIESGO
5	Entrega de materiales	Mala praxis en la asignación de los consumibles por proyectos	Supervisor de Producción	Alto nivel de inventario en Almacén. Altos costos de Almacén. Desabastecimiento de material.	Vale de salida	2	3	6	Moderado
6	Almacén de materiales	No contar con stock mínimo de material	Jefe de Almacén	Entrega de material fuera de tiempo. Paralización del proceso de producción.	Kardex actualizado y proyectado	2	3	6	Moderado
7	Almacenamiento, recepción y suministro de materiales	No existe un centro de costos actualizado en tiempo real No se logra determinar la cantidad de elementos faltantes por OC	Supervisor de Almacén Jefe de Almacén	No se costea adecuadamente la lista de materiales para cada uno de los proyectos No se puede realizar un seguimiento adecuado al contenido de cada una de las órdenes de compra	Kardex Kardex	2	3	6	Moderado
8	Planificación de la Carga de Planta	Emisión de Planos de Fabricación en revisión superada, cuando el elemento esta fabricándose.	Jefe de Detallamiento	Retraso de producción Tiempos muertos Reprocesos innecesarios	Revisiones son actualizadas en el Control de Producción	2	3	6	Moderado

PROCESO:		GESTIÓN DE FABRICACIONES			RESPONSABLE:		JEFE DE PLANTA		
DESCRIPCIÓN		IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y OPORTUNIDAD				ANÁLISIS DEL RIESGO		CALIFICACIÓN	
No.	ACTIVIDAD	EVENTO NO DESEADO / OPORTUNIDADES	RESPONSABLE DEL EVENTO NO DESEADO	EFECTO (POSITIVO O NEGATIVO)	CONTROL EXISTENTE	P	I	P x I	NIVEL DE RIESGO
9	Programación de Máquinas	Error del programador al distribuir la carga en las máquinas	Planner de producción	Retrasos en la Producción	Asignación y revisión de carga de trabajo periódica según ratios actuales	2	3	6	Moderado
		Programar una máquina sin percatarse que está inoperativa	Planner de producción	Retraso en la Producción Tiempos muertos	Coordinación con mantenimiento para descartar inoperatividad	3	2	6	Moderado
		Corte inesperado de energía eléctrica	Externo	Paralización de planta	Sin control	3	3	9	Crítico
		Errores en los registros de la información de lo requerido VS lo comprado	Jefe de Logística	Retraso en la Producción Reproceso	Sin control	3	3	9	Crítico
10	Habilitación y Codificación de Elementos principales	Inadecuada codificación de piezas componentes	Supervisor de producción	Elemento fabricado con otra codificación	Verificar codificación antes de enviar a granallado	2	3	6	Moderado
		Máquinas descalibradas	Jefe de planta y Supervisor de mantenimiento	Productos Defectuosos	Inspección Semanal de Equipos y Herramientas	2	3	6	Moderado
11	Armado de Estructuras	No contar con equipos necesarios (esmeril, máquina de soldar)	Jefe de Planta	Retrasos en la Producción Tiempos muertos	Control de avances de producción	2	3	6	Moderado

DESCRIPCIÓN		IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y OPORTUNIDAD				ANÁLISIS DEL RIESGO		CALIFICACIÓN	
No.	ACTIVIDAD	EVENTO NO DESEADO / OPORTUNIDADES	RESPONSABLE DEL EVENTO NO DESEADO	EFECTO (POSITIVO O NEGATIVO)	CONTROL EXISTENTE	P	I	P x I	NIVEL DE RIESGO
12	Soldadura de Estructuras	Error en la soldadura de estructuras	Soldador	Productos Defectuosos Tiempos muertos Reprocesos	Inspección de Calidad Inspección de Supervisor de Producción	2	3	6	Moderado
		Error en la lectura de planos	Soldador	Productos Defectuosos Tiempos muertos Reprocesos	Inspección de Calidad Inspección de Supervisor de Producción	2	3	6	Moderado
		Personal toma decisiones en base a suposiciones, sin consultar con supervisor	Soldador	Productos Defectuosos Tiempos muertos Reprocesos	Inspección de Calidad Inspección de Supervisor de Producción	2	3	6	Moderado
		No contar con equipos necesarios (medidor de catetos, máquina de soldar)	Gerencia General Jefe de Planta Jefe de Logística	Retrasos en la Producción Tiempos muertos	Tener una lista de equipos de inspección y fabricación calibrados	1	3	3	Moderado
		No contar con soldadores con calificación	Jefe de planta	No cumplir requisitos del proyecto y posibles defectos por falta de experiencia	Calificación de soldador al ingresar, identificarlo con fotosheck	2	3	6	Moderado
13	Limpieza Mecánica	No contar con equipos necesarios (esmeril, buriles)	Jefe de planta	Retrasos en la Producción Tiempos muertos	inventarios de equipos por cuadrilla de limpieza	2	3	6	Moderado

DESCRIPCIÓN		IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y OPORTUNIDAD				ANÁLISIS DEL RIESGO		CALIFICACIÓN	
No.	ACTIVIDAD	EVENTO NO DESEADO / OPORTUNIDADES	RESPONSABLE DEL EVENTO NO DESEADO	EFECTO (POSITIVO O NEGATIVO)	CONTROL EXISTENTE	P	I	P x I	NIVEL DE RIESGO
14	Almacenamiento Temporal de Fierro Negro (AFN)	Tiempos prolongados de Almacenamientos de elementos en Fierro Negro sin granallar	Jefe de planta	Tiempos muertos Espacios subutilizados	Sin control	2	3	6	Moderado
		Existencia de piezas terminadas con dimensiones que no pasan por la granalladora o con problemas para el transporte	Jefe de Detallamiento	Tiempos muertos Sobre costos	Reuniones de Comité de Modelamiento	3	3	9	Crítico
15	Granallado de Piezas	Máquina granalladora inoperativa	Jefe de Planta y Supervisor de Mantenimiento	Tiempos muertos Sobre costos	Cumplimiento del Programa de mantenimiento preventivo	2	3	6	Moderado
		Maquina granalladora con falta de mantenimiento	Supervisor de Mantenimiento	Incumplir fechas de entrega	Plan de Mantenimiento	2	3	6	Moderado
		Ausencia de consumible (pintura)	Jefe de Planta y Supervisor de Recubrimientos	Tiempos muertos	Reunión semanal con almacén para revisar stock de pintura	3	3	9	Crítico
16	Pintado de Piezas	Falla en los equipos de pintura	Contratista	Tiempos muertos	Sin control	2	3	6	Moderado
		Equipos de medición (medidor de espesor) descalibrados	Gerente de Calidad y procesos	Tiempos muertos por falta de inspección y liberación a despacho	Cumplimiento del Programa Anual de Calibración	1	3	3	Moderado

DESCRIPCIÓN		IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO Y OPORTUNIDAD				ANÁLISIS DEL RIESGO		CALIFICACIÓN	
No.	ACTIVIDAD	EVENTO NO DESEADO / OPORTUNIDADES	RESPONSABLE DEL EVENTO NO DESEADO	EFECTO (POSITIVO O NEGATIVO)	CONTROL EXISTENTE	P	I	P x I	NIVEL DE RIESGO
17	Pintado de Piezas	Se va a usar Gas Natural para calentar un horno y poder acelerar el secado de las piezas	Jefe de Planta Gerente General	Reducir los costos de operación y poder aplicar la pintura en invierno	No cuenta	3	3	9	Crítico
18	Despachos	Falta de transporte para el despacho	Supervisor de despacho	No cumplir con la entrega del proyecto parcial o totales	Confirmación de transporte vía email	1	3	3	Moderado
19	Despachos	Falta de montacarga	Supervisor de Mantenimiento	No poder cargar las unidades de transporte	Revisión periódica de equipos	1	3	3	Moderado
20	Despachos	Falta de consumibles (tacos, de madera, suncho y cartones)	Supervisor de despacho	No poder cargar las unidades de transporte	Mantener un stock mínimo de consumibles	1	3	3	Moderado
21	Despachos	Error de factor humano en la digitación del registro	Supervisor de despacho	Que no exista trazabilidad de los elementos despachados	Repaso con lista	3	3	9	Crítico

P: PROBABILIDAD
I: IMPACTO

7.3. Evaluación y selección de la propuesta de solución

Para la selección de la mejor alternativa de solución, se recurrió a la denominada matriz FACTIS, que implica los siguientes criterios:

F= Facilidad de implementación; es decir, la empresa cuenta con los recursos y el apoyo de la dirección para implementar el cambio.

A= Afectación o efecto de la propuesta a otras áreas de la empresa; para medir el grado en que los cambios propuestos impliquen cambios en otras áreas.

C= Calidad; la propuesta de mejora contribuye a incrementar la satisfacción del cliente.

T= Tiempo de solución; para medir cuales de las propuestas ofrece más conveniencia en cuanto a los tiempos de implementación.

I= Inversión; para evaluar el impacto financiero de los cambios propuestos.

S= Seguridad, contribución de los cambios al incremento de la seguridad de los procesos.

Esta evaluación se realizó con los siguientes factores de ponderación:

1= La opción es muy difícil de implementar.

2= La opción seleccionada es difícil de implementar.

3= Se dificulta el nivel exacto que puede presentar la opción en cuanto a su facilidad o dificultad.

4= La opción seleccionada es fácil de implementar.

5= La opción seleccionada es muy fácil de implementar.

Como tercer elemento del análisis, se debe determinar la importancia del factor de ponderación, para lo cual se estableció un rango cuantitativo del 1 al 10, en el cual el valor uno corresponde a un elemento que carece de importancia y el valor 10 corresponde al elemento críticamente importante. Con La combinación de ambas evaluaciones se elaboró la matriz FACTIS con la cual se tomó la decisión de seleccionar la mejor opción (Ver Tabla 7.2):

Tabla 7.2.

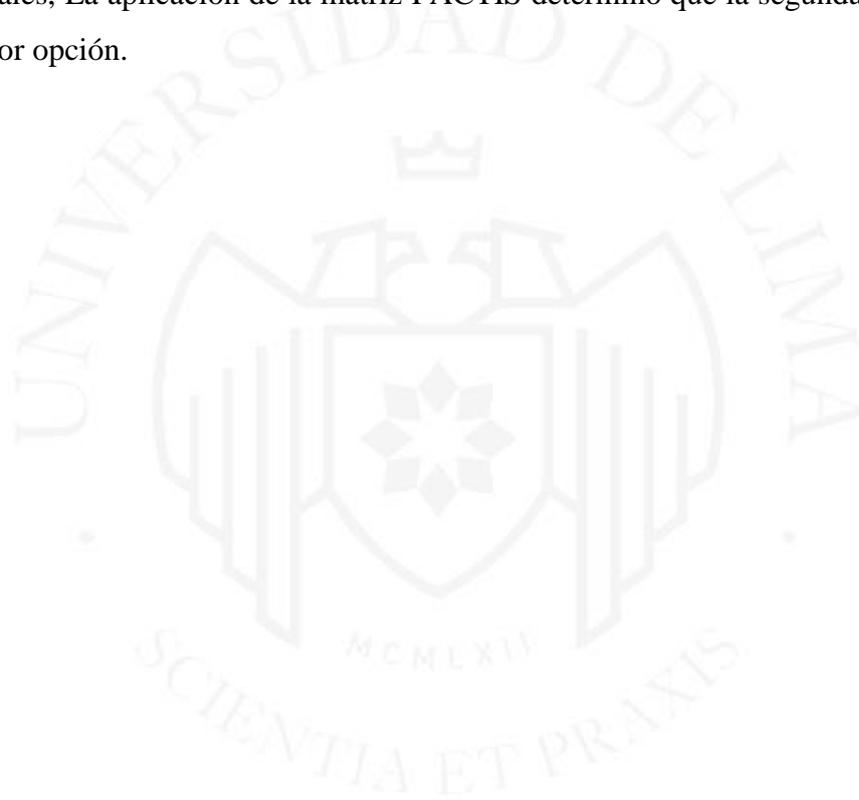
Matriz FACTIS para la selección de la mejor alternativa de solución relacionadas con la mejora en la planificación en la fabricación de estructuras metálicas

Criterio	Importancia	<i>Alternativa A:</i> Aplicación de lean manufacturing para mejorar la productividad			<i>Alternativa B:</i> Rediseño de las actividades operativas y las funciones de la planeación y ejecución de la producción desde la perspectiva integrada del software y la filosofía Industria 4.0.			<i>Alternativa C:</i> Implementación del modelo de gestión ERP para la planificación de recursos empresariales.		
		Evaluación	Valor	Puntos	Evaluación	Valor	Puntos	Evaluación	Valor	Puntos
Factibilidad	10	Oferta de empresas asesoras	2	20	Personal disponible para implementación	5	50	Personal disponible para implementación	3	30
Afectación	9	Ninguna	4	36	Tiempo razonable de implementación	5	45	Tiempo razonable de implementación	3	27
Calidad	10	Alineación con estándares	4	40	Alineación con estándares	4	40	Alineación con estándares	4	40
Tiempo	8	Seis meses	2	16	Seis meses	5	40	Seis meses	2	12
Inversión	10	Inversión alta	1	10	Inversión mediana	4	40	Inversión baja	5	50
Seguridad	7	Incremento de la seguridad	4	28	Incremento de la seguridad	5	35	Incremento de la seguridad	5	35
Totales				150			250			194

Una vez realizada la matriz de selección de alternativas, se escoge la opción B, Rediseño de las actividades operativas y las funciones de la planeación y ejecución de la producción.

7.4. Consideraciones finales del capítulo

En esta sección se aplicaron los métodos evaluativos y cuantitativos necesarios para determinar la opción más conveniente para responder a la problemática de fallas en cuanto a la planificación en los procesos de manufactura y fabricación de estructuras metálicas en la empresa. una vez tomadas en cuenta las alternativas de solución – (a) implementación de la metodología lean manufacturing para mejorar la productividad, (b) rediseño de las actividades operativas y las funciones de la planeación y ejecución de la producción desde la perspectiva integrada del software y la filosofía Industria 4.0. y (c) implementación del modelo de gestión ERP para la planificación de recursos empresariales, La aplicación de la matriz FACTIS determinó que la segunda alternativa era la mejor opción.



CAPÍTULO VIII. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORA

En esta fase de la investigación se describió el modelo de integración horizontal que se pretende a través del plan de mejoras para incrementar la eficacia en empresa bajo la perspectiva Industria 4.0. Dicho modelo busca alcanzar la interconexión digital de la línea de fabricación y los grupos de interés en tiempo real. Este enfoque conduce a un intercambio de datos más fácil y, por tanto, al análisis de datos, lo sirve como base para numerosos beneficios para las partes interesadas.

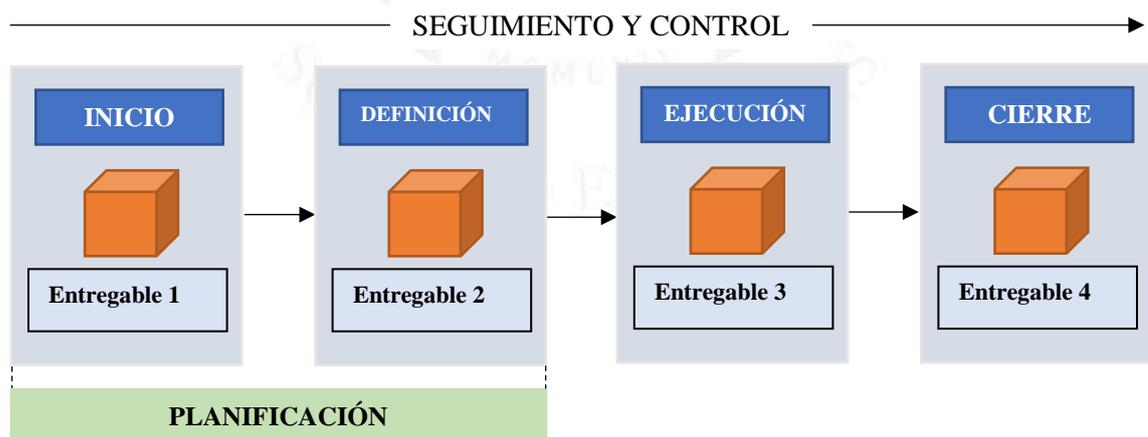
8.1. Gestión del Modelo

8.1.1. Diseño producto/servicio

El sistema de gestión de proyectos para el plan de mejoras está estructurado en cuatro etapas, de acuerdo con el modelo del Project Management Institute (2017): inicio, definición, ejecución y cierre, las cuales se conectan por el cumplimiento de los objetivos mediante entregables, con la intención de organizar las actividades, cumplir con el cronograma de trabajo y autorizar el inicio de la siguiente etapa (ver Figura 8.1)

Figura 8.1.

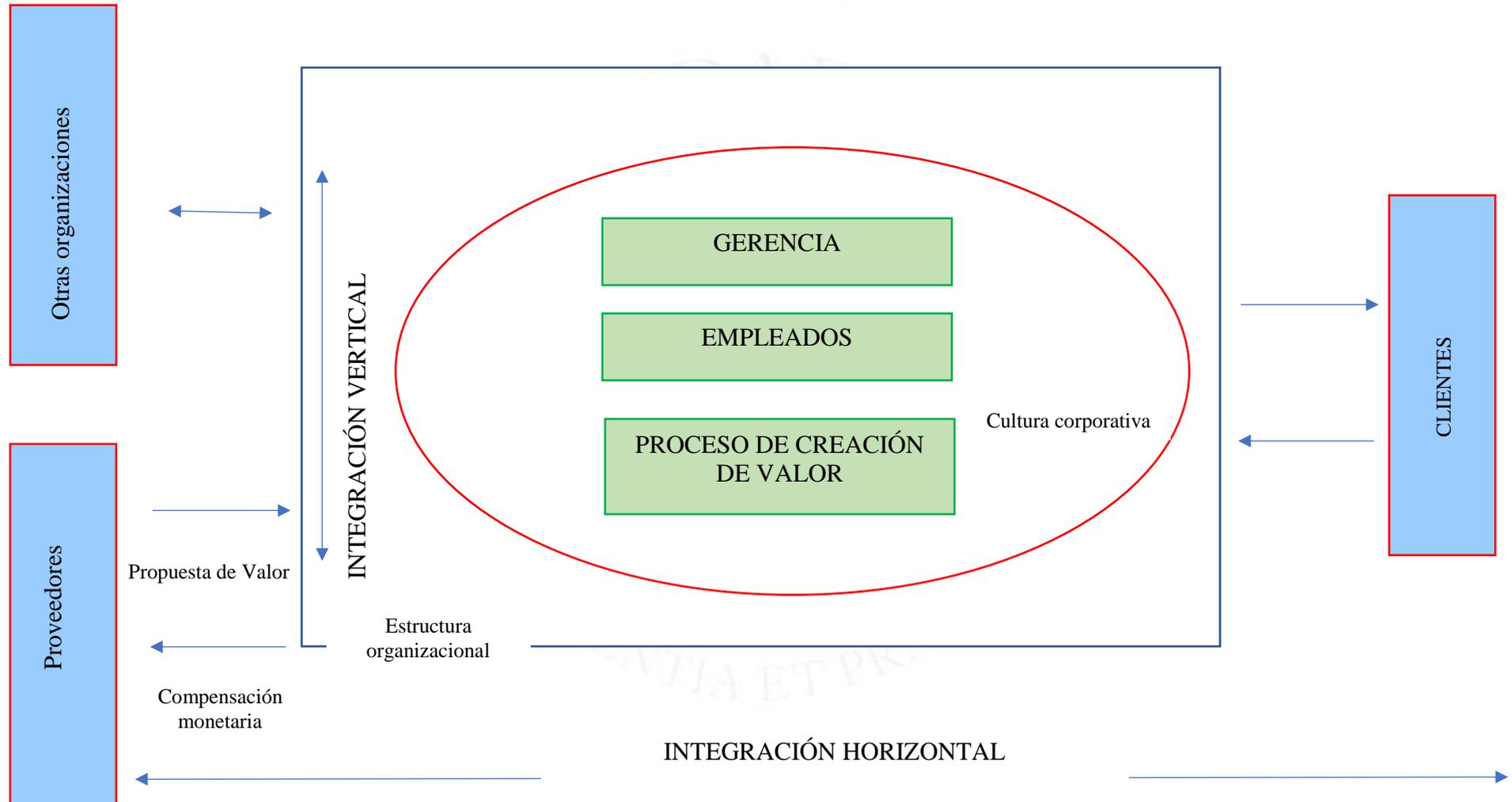
Modelo del sistema de gestión de proyectos.



Además, los procesos de creación de valor a lo largo del modelo propuesto pueden ser más flexibles y se optimiza la toma de decisiones. En la Figura 8.2 se presenta el modelo de integración horizontal de los procesos de manufactura la empresa bajo enfoque Industria 4.0:

Figura 7.

Modelo de integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0



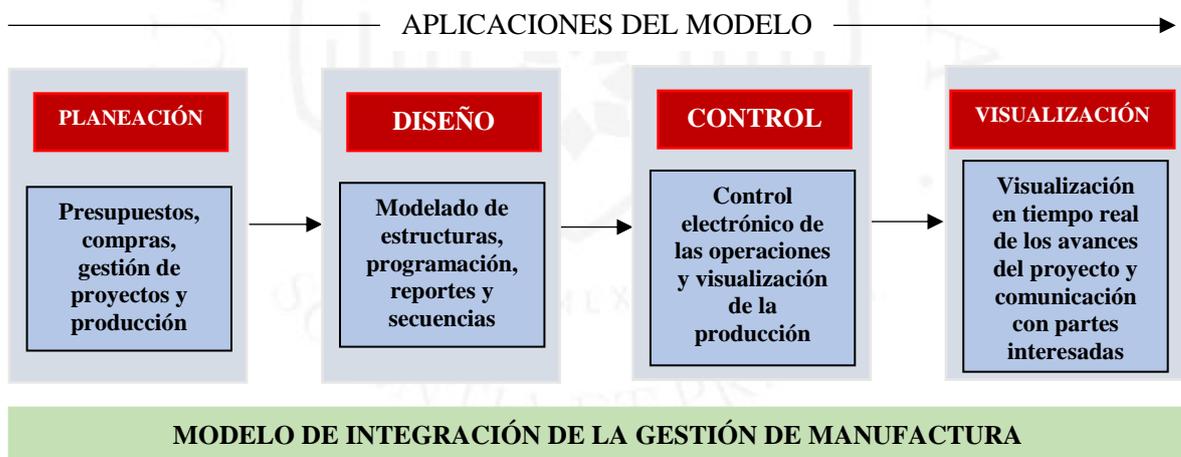
8.1.2. Diseño de procesos macro / Funcional / Estudios ingeniería conceptual-básica

El propósito del plan para mejorar los procesos es implementar un software completo que ofrezca un enfoque sistemático y colaborativo para administrar los procesos productivos de la empresa. Dicho programa está diseñado especialmente para empresas que fabrican estructuras de acero, y ofrece un flujo continuo de datos e información continua a lo largo de cada etapa del proyecto de fabricación.

De esta manera, se busca una solución integral que provea información y seguimiento de manera sistemática y con un enfoque colaborativo para gestionar el proceso de fabricación de estructuras metálicas, para ofrecer información en tiempo real y de manera continua durante el ciclo de vida del proyecto. El software está conformado por cuatro aplicaciones que empoderan la gestión de fabricación y ofrecen visualización en tiempo real de las etapas de fabricación (Ver Figura 8.3).

Figura 8.

Diseño del modelo de integración de la gestión de fabricación de estructuras metálicas.



8.1.3. Diseño de procesos detalle / Técnica / Estudios ingeniería de detalle

8.1.3.1. Planeación de la producción

Consiste en la integración en el software de la empresa de las actividades de planeación de la gestión de proyectos y cubrir las necesidades de las siguientes funciones: presupuestos, programación de la gestión de proyectos, control de manufactura, control

de recursos e inventario, procura de materiales y comercialización de productos terminados y/o materiales residuales.

8.1.3.2. Diseño de estructuras

Con esta aplicación se pueden crear presupuestos, programación y reportes desde el módulo. De esta forma, se integra el software estructural para BIM (modelo de información para construcción). Con esta aplicación se puede crear, combinar, gestionar y distribuir modelos de diferentes materiales como acero y concreto, llenos de información relevante, para gestionar y comunicar el diseño a partir de esta información.

8.1.3.3. Control de la producción

Mediante esta aplicación se registran avances, se visualiza y comparte información desde cualquier lugar. Consiste en una interfaz web móvil, que permite ver y actualizar información en la base de datos de la empresa. De esta manera, el usuario puede acceder a su información desde cualquier lugar donde se encuentre desde un dispositivo móvil. Esto, además de ser una propuesta ecológica pues se ahorra papel al evitar la impresión de reportes innecesarios, facilita el flujo y distribución de la información a lo largo de la empresa. Es una aplicación que permite revisar y registrar los avances de la fabricación y despachos desde la fábrica o la obra en tiempo real.

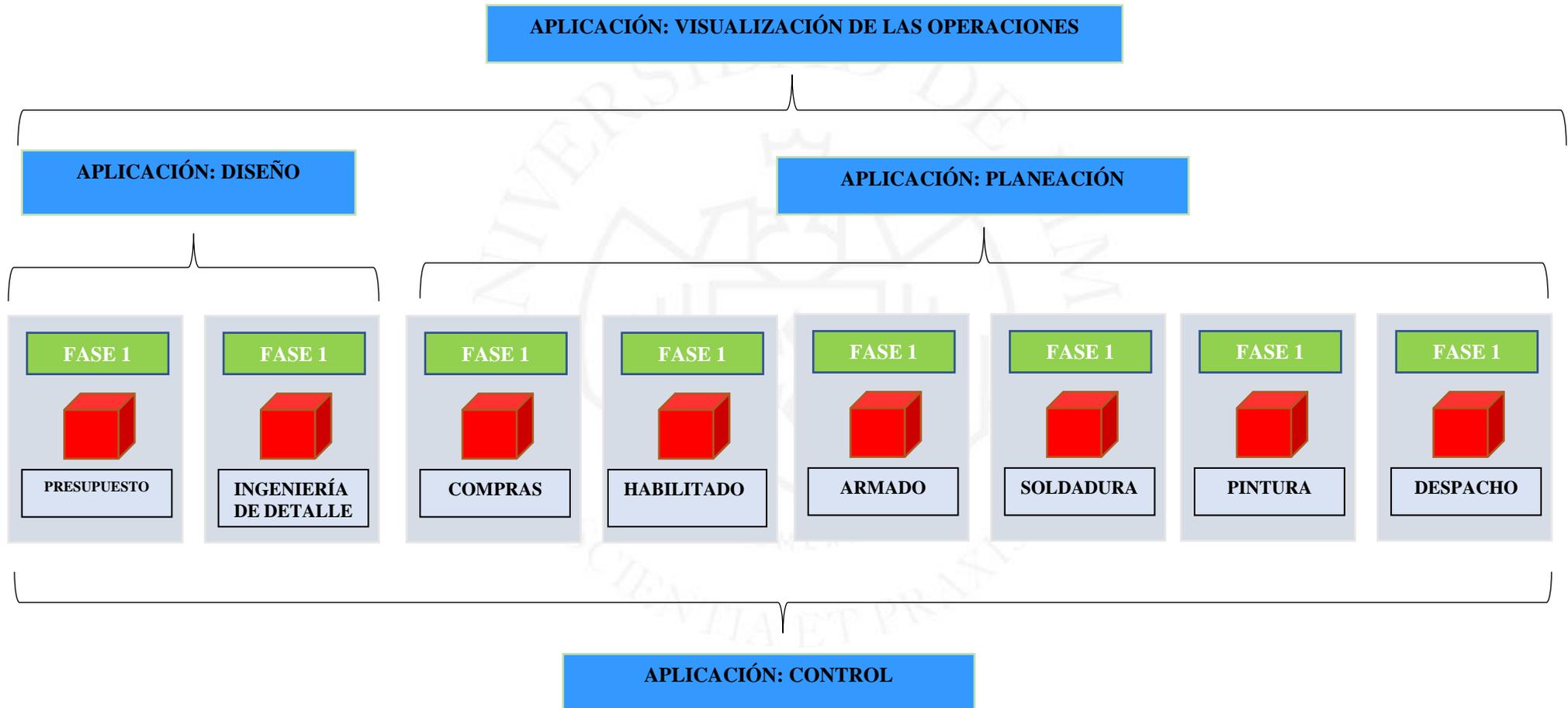
8.1.3.4. Visualización de las operaciones

Esta aplicación es una plataforma de colaboración en la nube donde se podrá visualizar estatus en tiempo real. En su modalidad para estructuras, es una plataforma de colaboración en la nube que conecta a las personas adecuadas con la información adecuada del modelo construible y en el tiempo adecuado. Brinda una visualización 3D y otras herramientas de colaboración para todos integrantes de la empresa, de acuerdo con sus necesidades.

En la Figura 8.4 se muestra la manera como las cuatro aplicaciones del modelo de integración de la gestión de fabricación de estructuras metálicas intervienen en los subprocesos de producción

Figura 9.

Incorporación de las aplicaciones del modelo de integración de la gestión de fabricación de estructuras metálicas en los subprocesos de producción.



8.1.4. Especificaciones para adquisiciones

Las especificaciones para adquisiciones son las siguientes:

- a) Activar y desactivar el modo de edición.
- b) Crear, modificar y eliminar planes de referencia.
- c) Agregar, modificar y eliminar elementos de desglose.
- d) Modificar el diagrama de Gantt.
- e) Aplicar una plantilla de programa.
- f) Actualizar el programa del proyecto.
- g) Agregar, modificar y ver información de seguimiento de tiempo.
- h) Crear un informe de programa del proyecto.

Por su parte, los beneficios esperados del modelo son los siguientes:

- a) Administración de todo el proceso de fabricación, con un paquete de software fácil de usar.
- b) Funcionalidad diseñada específicamente para los flujos de trabajo de los fabricantes.
- c) Lograr una mejor productividad y reducir errores con información en tiempo real.
- d) Visualización, comunicación y distribución de información relevante en las operaciones, incluidas otras partes del proyecto.
- e) Uso de herramientas móviles potentes para la productividad a nivel de proyecto y operaciones.
- f) Integración con otros softwares y equipos líderes en la industria informática.

8.1.5. Desarrollo / Ejecución

El desarrollo de la propuesta se estima en un periodo de seis meses con el cumplimiento de las siguientes actividades: gestión del proceso de licitación; implementación de la propuesta, aseguramiento y control de calidad, pruebas unitarias o precomisionamiento; pruebas funcionales o comisionamiento y pruebas de integración o puesta en marcha:

8.1.5.1. Gestión proceso de licitación

Para la gestión del proceso de licitación se estima el cumplimiento de las siguientes actividades con los responsables correspondientes (Ver Tabla 8.1):

Tabla 8.1.*Actividades para la gestión del proceso de licitación*

No.	Actividad	Responsable
1	Tipos de contratos que planea usar los indicadores que se usará para medir el desempeño de los contratistas.	Gerente de proyecto (GP)
2	Fechas de entrega previstas para la entrega.	Asistente de Proyecto. (AP)
3	Definición de documentos estándares para la licitación.	AP.
4	Definición de requisitos.	Equipo de proyecto (EP).
	Identificación de proveedores	EP.
5	Solicitud de presupuestos.	AP.
6	Evaluación de ofertas – determinación de criterios.	EP.
7	Selección del proveedor.	EP.
8	Plan de adquisiciones	EP.
8	Coordinación de los plazos de compra con el desarrollo del cronograma del proyecto.	GP.

8.1.5.2. Implementación de la propuesta / Construcción

Para la implementación de la propuesta se estima el cumplimiento de las siguientes actividades (Ver Tabla 8.2):

Tabla 8.2.*Actividades para la gestión de la implementación*

No.	Actividad	Responsable
1	Cronograma aproximado de pruebas, costos y alineación de recursos humanos para el proyecto correspondiente.	EP.
2	Determinación de indicadores de cumplimiento.	EP.
3	Capacitación requerida por los miembros del equipo.	GP.
		Gerente de Recursos Humanos.

4	Incorporación de los requisitos de planeación de producción.	GP.
5	Verificación del cumplimiento de los requisitos de control y gestión de la producción.	GP.
6	Verificación del cumplimiento de los requisitos de diseño de estructuras.	GP.
7	Verificación del cumplimiento de los requisitos de visualización de las operaciones.	GP.
8	Comprobaciones en tiempo real.	GP.
9	Pase a producción (hand-over)	GP.
10	Evaluación de lecciones aprendidas.	EP.

8.1.5.3. Aseguramiento y control de calidad

Para esta parte de la propuesta se estima el cumplimiento de las siguientes actividades (Ver Tabla 8.3):

Tabla 8.3.

Actividades para la gestión de aseguramiento y control de calidad

No.	Actividad	Responsable
1	Pruebas de funcionamiento con el equipo de aseguramiento de la calidad.	Jefe de Proyecto Gerente de Sistemas
2	Evaluación de la secuenciación de procesos en software en comparación con los procedimientos operativos estándares de la empresa.	Gerente de Aseguramiento de la Calidad (QA)
3	Roles y responsabilidades del equipo en relación con el logro de las metas de calidad.	Gerente de QA
4	Documentación requerida del proyecto y las pruebas	Gerente del Proyecto.
5	Especificación de requisitos de software y el conjunto de estándares que debe cumplir el software	Gerente de Sistemas.

6	Evaluación de funcionalidad manual y automatizada, rendimiento, integración, usabilidad y seguridad.	Gerente de QA
7	Verificación de desviación en la aplicación del conjunto correcto de procedimientos	Gerente de QA
8	Control de documentación en actividades de producción.	Gerente de QA
9	Control de quejas y observaciones del cliente.	Gerente de QA
10	Seguimiento a reclamos de proveedores.	Gerente de QA
11	Liberación y habilitación de material.	Gerente de QA
12	Registro de capacitación y actualización del personal.	Gerente de QA

8.1.6. Pruebas / Precomisionamiento-Comisionamiento-Puesta en marcha

8.1.6.1. Pruebas unitarias / Precomisionamiento

Para las pruebas unitarias o precomisionamiento de la propuesta se estima el cumplimiento de las siguientes actividades (Ver Tabla 8.4):

Tabla 8.4.

Actividades para la gestión de pruebas unitarias o precomisionamiento de la propuesta

No.	Actividad	Responsable
FASE DE DISEÑO CONCEPTUAL		
1	Definición de roles y responsabilidades	GP.
2	Informe a gerencia general - aprobación	GP.
3	Preparación de formatos de requerimientos.	Analista de Proyectos.
4	Plan de trabajo preliminar.	EPs.
5	Reunión para revisión de diseño y requerimientos.	GP.
6	Plan de trabajo final.	GP.
FASE DE DISEÑO DETALLADO		
7	Reunión inicial de grupo de trabajo.	GP.
8	Diseño detallado de las operaciones.	EPs.

9	Lista de acciones de trabajo y verificación de requerimientos.	EPs.
10	Metodología de implementación	EPs.
11	Indicadores de desempeño.	GP.
12	Secuencias de control, métodos de verificación y ajuste.	EPs.

8.1.6.2. Pruebas funcionales / Comisionamiento

Para las pruebas funcionales o comisionamiento de la propuesta se estima el cumplimiento de las siguientes actividades con los responsables correspondientes (Ver Tabla 8.5):

Tabla 8.5.

Actividades para la gestión de pruebas funcionales o comisionamiento de la propuesta

No.	Actividad	Responsable
1	Preparación de información respecto a los requisitos de cambios en las operaciones.	GP.
2	Revisión, aprobación y ajuste del cronograma	GP.
3	Revisión, aprobación y ajuste del plan de implementación.	GP.
4	Revisión, aprobación y ajuste del plan de capacitación.	GP. Gerente de Recursos Humanos.
5	Información a grupos de interés del plan de trabajo.	GP.
6	Definición de grupos de enlace con áreas específicas (diseño, planeación, logística, producción y servicio al cliente).	Gerente de Sistemas.
7	Evaluación de indicadores – análisis de riesgos	EP.
8	Plan de contingencias	EP.

8.1.6.3. Pruebas de integración / Puesta en marcha

Para las pruebas de integración de la propuesta se estima el cumplimiento de las siguientes actividades y sus responsables (Ver Tabla 8.6):

Tabla 8.6.

Actividades para la gestión de pruebas funcionales o comisionamiento de la propuesta

No.	Actividad	Responsable
1	Verificación del cumplimiento de las actividades de precomisionamiento.	EP.
2	Pruebas funcionales de la aplicación de Planeación de la producción.	GP. Gerente de Producción.
3	Pruebas funcionales de la aplicación de diseño de estructuras.	GP. Gerente de Producción.
4	Pruebas funcionales de la aplicación de control y gestión de la producción.	GP. Gerente de Producción.
5	Pruebas funcionales de la aplicación de visualización de operaciones. Prueba general operacional	GP. Gerente de Producción. GP. Gerente de Producción.
6	Reporte de fallas.	EP.
7	Plan de ajustes	EP.
8	Lecciones aprendidas.	EP.
9	Pase a producción (hand - over)	GP.

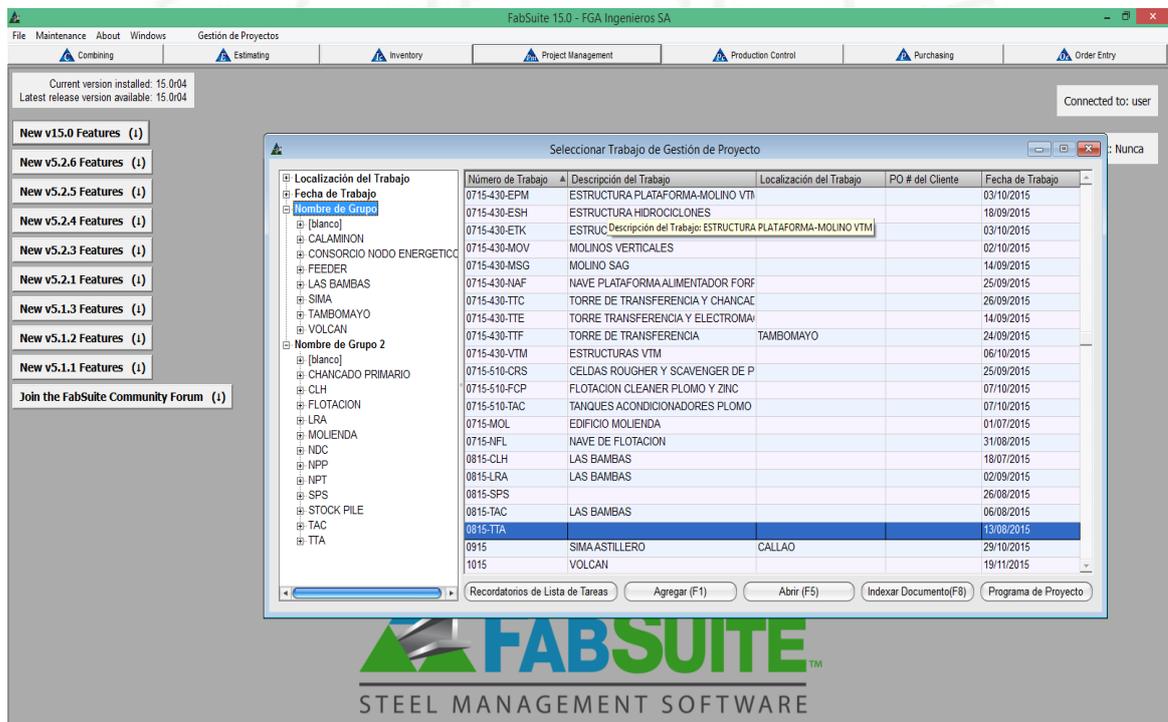
Planeación de la producción

En las pruebas de integración se verificaron las siguientes actividades relacionadas con el proceso de planeación:

- Gestión de la producción: herramientas para gestionar la planificación, programación, cotizaciones, estimaciones y planificación de capacidad. Además, este módulo puede proporcionar visibilidad de su planta e incluye seguimiento del tiempo y gestión de la mano de obra.
- Actividades específicas tales como: documentación de fábrica, seguimiento de costos de producción, planificación y programación, verificación de proyectos y contratos; cotizaciones y estimaciones, planificación de capacidad, control de planta, controles de procesos estadísticos (SPC), integración de máquinas PLC y seguimiento de mano de obra y tiempo (Ver prueba de funcionamiento en Figura 8.5).

Figura 10.

Prueba de funcionamiento de la planeación de la producción.



Diseño de estructuras

Bajo un entorno gráfico específico se extrae el modelo BIM de la unidad a fabricar, el detalle gráfico de los resultados esperados, la proyección de las conexiones de acero de manera automática y los documentos relacionados con los planos y los informes de cálculo (Ver Figuras 8.6 y 8.7).

En las pruebas realizadas se verificaron las siguientes propiedades:

- Con la cuadrícula magnética puede generar una cuadrícula espacial de nodos magnéticos a los que puede unir vigas y columnas de acero directamente en la vista 3D.
- El software ofrece rejillas magnéticas de diferentes formas y formas (estándar, piramidal, cónica, cilíndrica, esférica, helicoidal, reticular) que de manera flexible se puede modificar y crear modelos tridimensionales y geométricos de forma compleja
- La entrada de objetos paramétricos en permite modelar estructuras complejas, verificar cada detalle y generar una matriz detallada de documentos de construcción, dibujos, cálculos y verificaciones estructurales, todo en una sola fase

Figura 8.6.

Prototipo de diseño de perfiles.

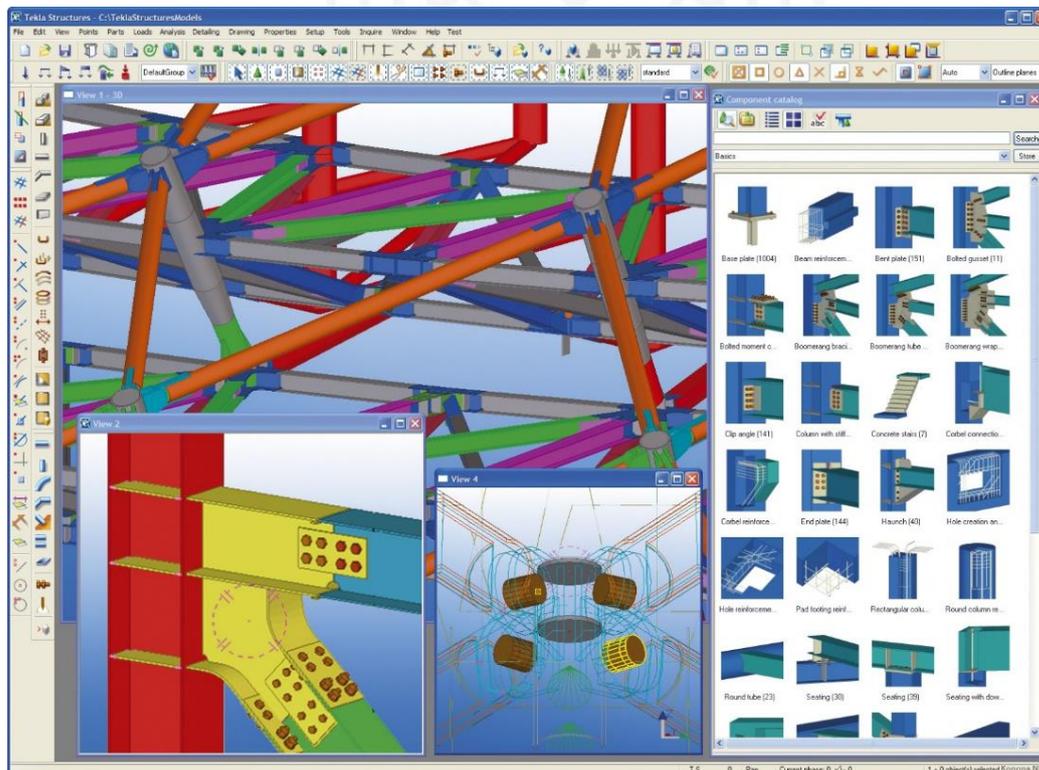
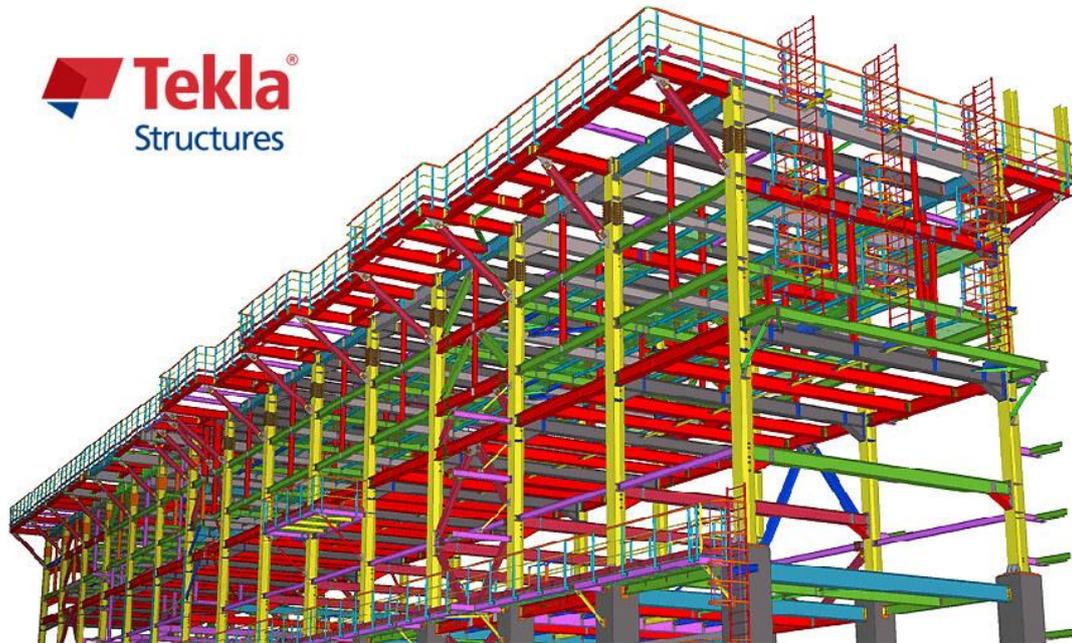


Figura 11.

Prototipo de estructura creado bajo el software.



Control de la producción

Las aplicaciones verificadas en relación con el control de la producción fueron las siguientes (ver pruebas de funcionamiento en las Figuras 8.8 y 8.9):

- a) Creación de un plan de producción donde los pedidos se muestran en el piso de producción.
- b) Los empleados de producción pueden registrar operaciones (y fichar entradas / salidas).
- c) Registro de entradas y salidas para ayudar a la gestión de órdenes de trabajo.
- d) Visualización del historial de trabajo y cálculo de pedidos.
- e) Gestión de pedidos y seguimiento del progreso.
- f) Cálculos avanzados de fabricación de productos, programación de producción con contabilidad de inventario e integración con contabilidad.
- g) Módulo de registro para empleados de producción, donde pueden hacer clic en trabajos / operaciones completadas para aparecer en el plan de producción.

Figura 12.

Prueba de funcionamiento del control de las operaciones.

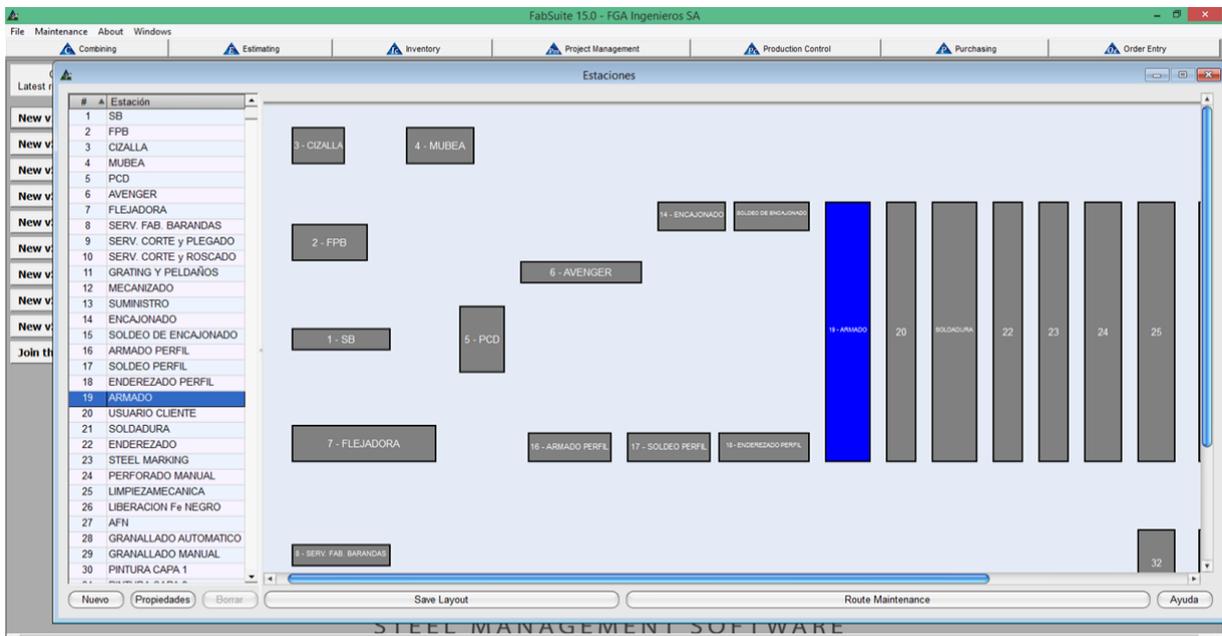
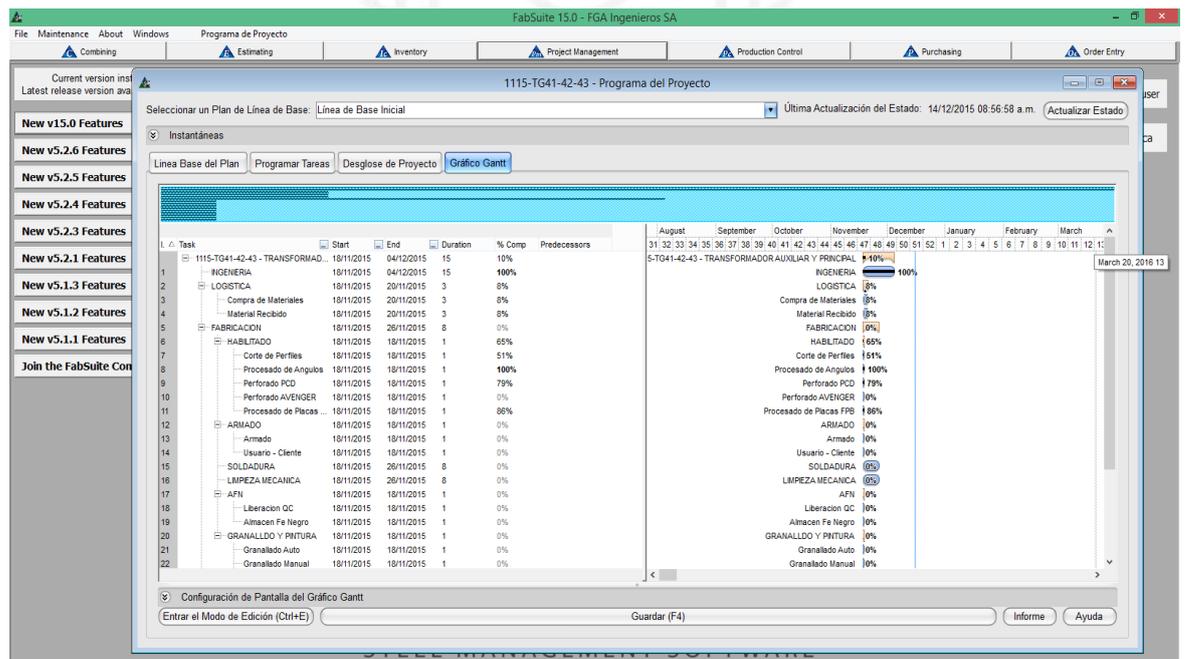


Figura 13.

Prueba de funcionamiento del control y gestión de la producción.



Visualización de las operaciones

En cuanto a la comprobación de las operaciones en tiempo real, simultáneamente con el cálculo de la estructura, también se verifican las conexiones de los miembros de acero insertados:

- a) Verificaciones de rodamientos.
- b) Punzonado y resistencia de la placa y cualquier elemento de refuerzo adicional-
- c) Controles de tensión y cizallamiento del perno.
- d) Comprobación de cizallamiento y tracción / compresión de soldaduras.
- e) Verificación de tensiones de contacto para conexiones con elementos de hormigón armado / otros materiales.
- f) Controles de extracción para pernos de anclaje.

En la Figura 8.10 se presenta el prototipo de la visualización de las estructuras y en la Figura 8.11 las operaciones que se pueden visualizar en la fabricación de perfiles de acero:

Figura 14.

Visualización de las estructuras.

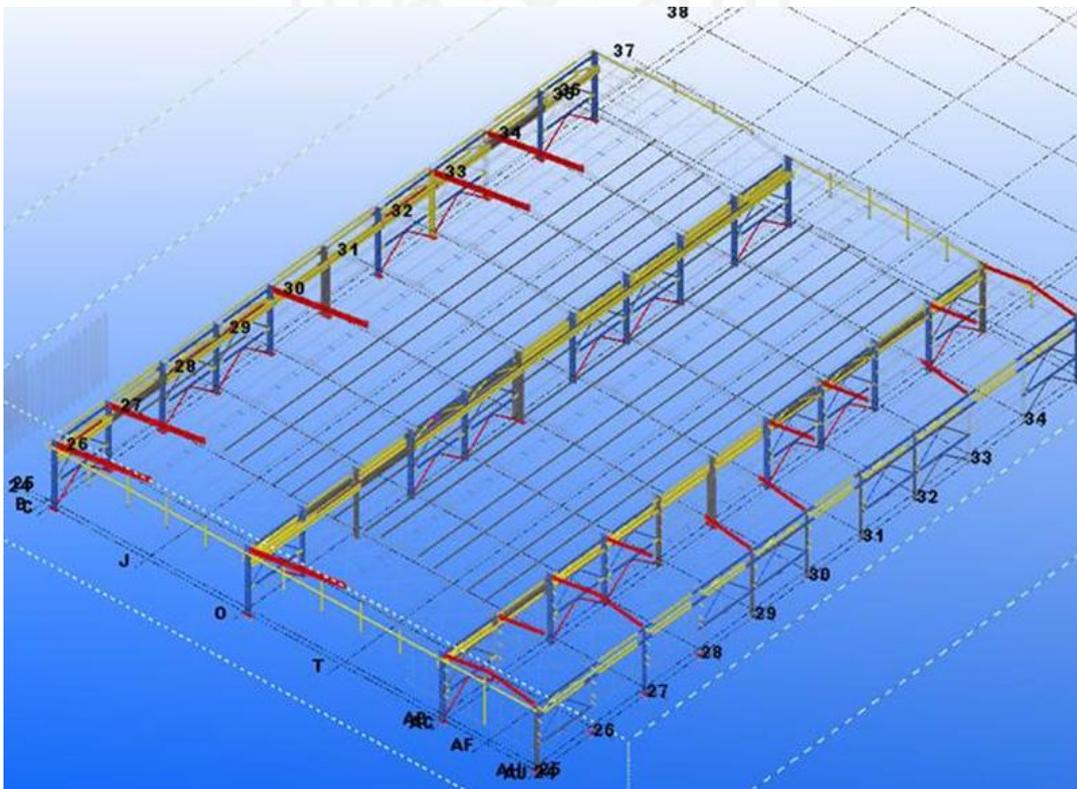
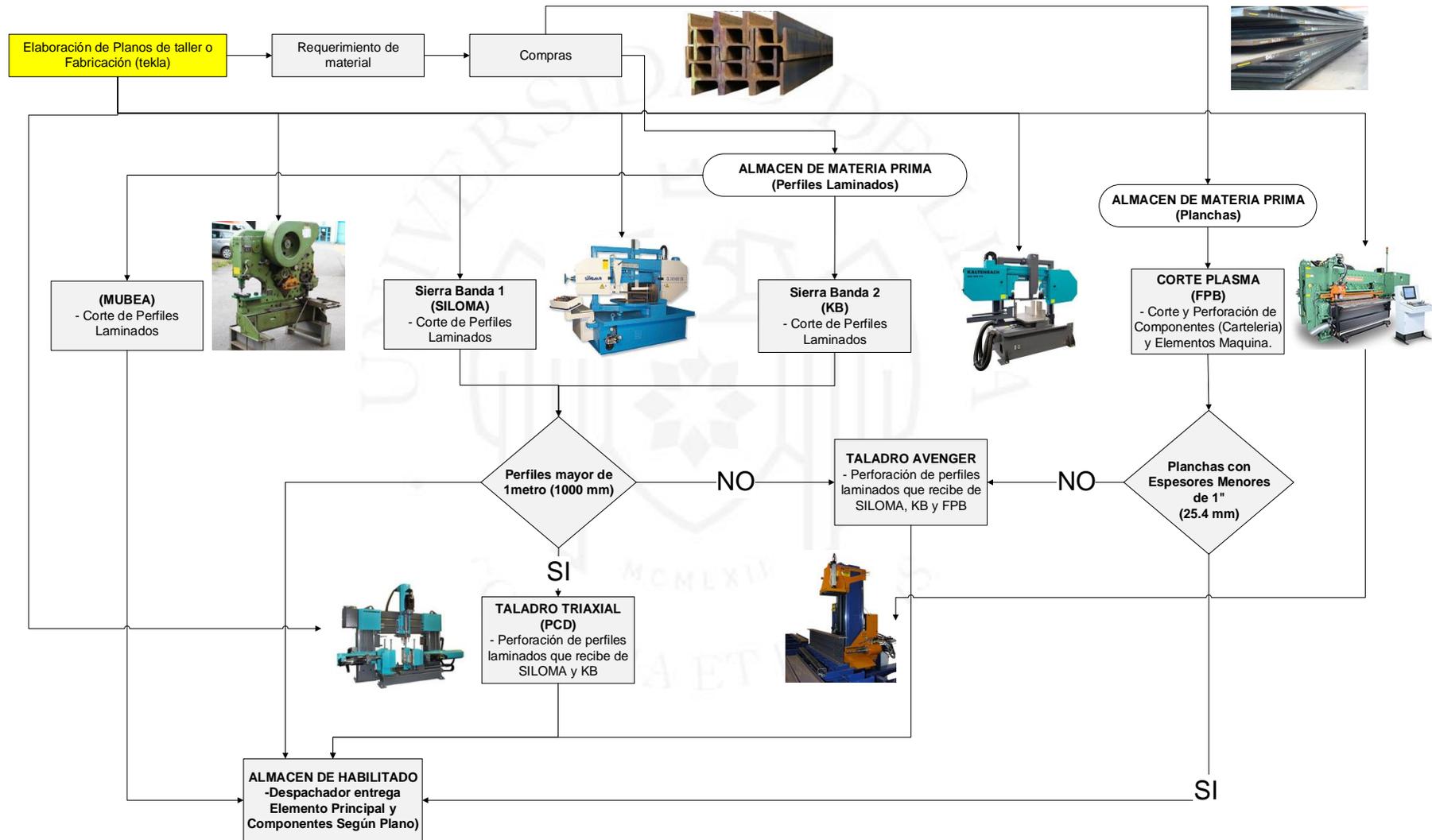


Figura 15.

Visualización de las operaciones.



8.1.6.4. Pase a producción / Hand-over

Para el pase a producción (hand-over) se estima el cumplimiento de las siguientes actividades y sus responsables (Ver Tabla 8.7):

Tabla 8.7.

Actividades para la gestión de pruebas funcionales o comisionamiento de la propuesta

No.	Actividad	Responsables
1	Registro del plan de implementación.	Jefe de Proyecto.
2	Determinación de áreas involucradas.	Gerente General. Jefe de Proyecto.
3	Análisis detallado y explícito de la infraestructura tecnológica.	Gerente de Sistemas. Gerente de QA. Jefe de Proyecto.
4	Aprobación del modelo y sus aplicaciones por los responsables de aseguramiento de la calidad.	Gerente de QA.
5	Estándares de las pruebas funcionales, técnicas y de seguridad.	Jefe de Proyecto.
6	Configuración del ambiente de producción	Gerente de Producción. Jefe de Proyecto.
7	Puesta en marcha	Gerente de Producción. Jefe de Proyecto.
8	Evaluación de indicadores	Gerente de Producción.

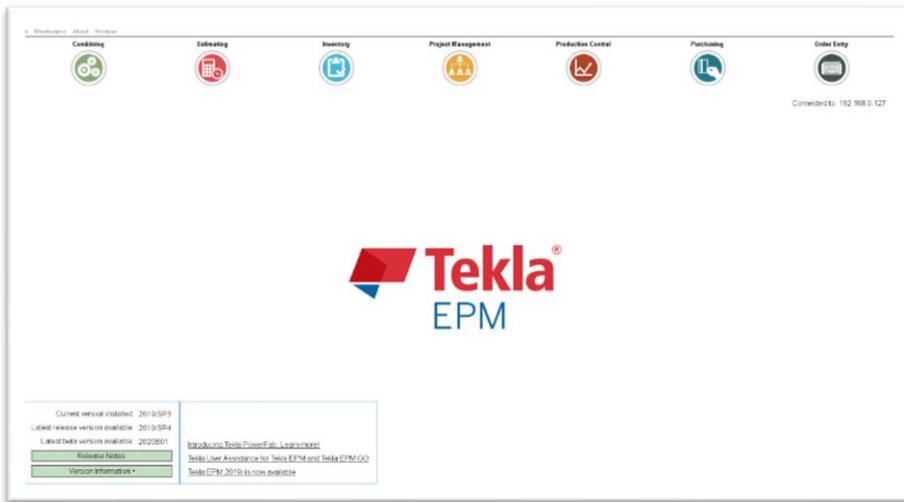
Para la implementación del software se preparó un manual de normas y procedimientos, que explicó cada uno de los pasos necesarios en la fase de producción. A continuación, se explica el proceso implementado y se presenta evidencia visual del procesamiento de las órdenes de trabajo en el software:

1. Procesamiento Inicial de Información: El proceso se inicia una vez recibido vía correo electrónico, la documentación por parte del departamento de detallamiento mediante “Transmittal” (Ver Figura 8.12), dicha información contiene:(a) transmittal, (b) listado oficiales, (c) plano de fabricación (d) archivos XML y (e) archivo CNC.

3. Archivos XML: se copian en la ruta FGASERVER\Producción\PROYECTOS-Año\Numero Proyecto\ REPORTE DE INGENIERÍA\TRANSMITTAL INGENIERÍA\TT##\XML, de acuerdo con el TT## y se cargan en el TEKLA EPM (Figura 8.14)

Figura 18.

Carga de reportes de ingeniería



4. Creación de Orden de Trabajo (OT): El Planner de Producción creará en el TEKLA EPM, en la pestaña Production Control (Figura 8.15) la OT nueva a la cual se cargará toda la información y se crea a la vez la OT en la pestaña Project Management (Figura 8.16).

Figura 19.

Creación de Orden de Trabajo

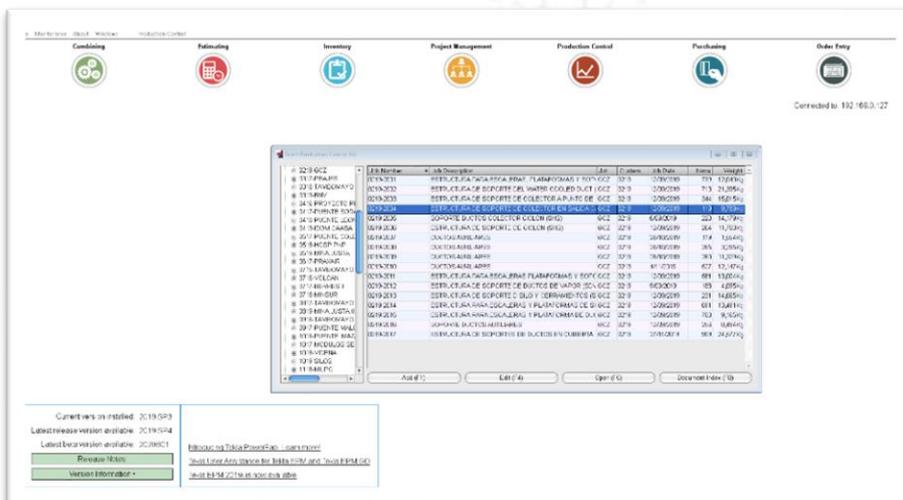
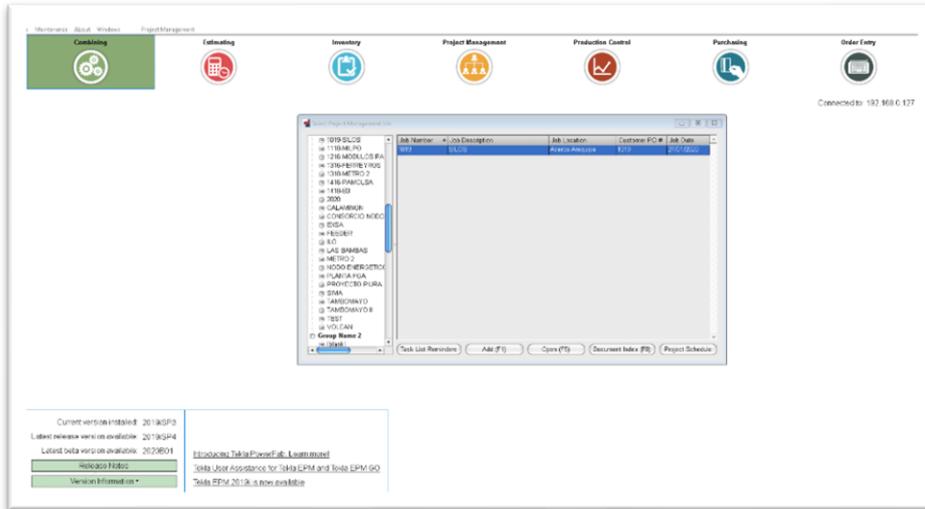
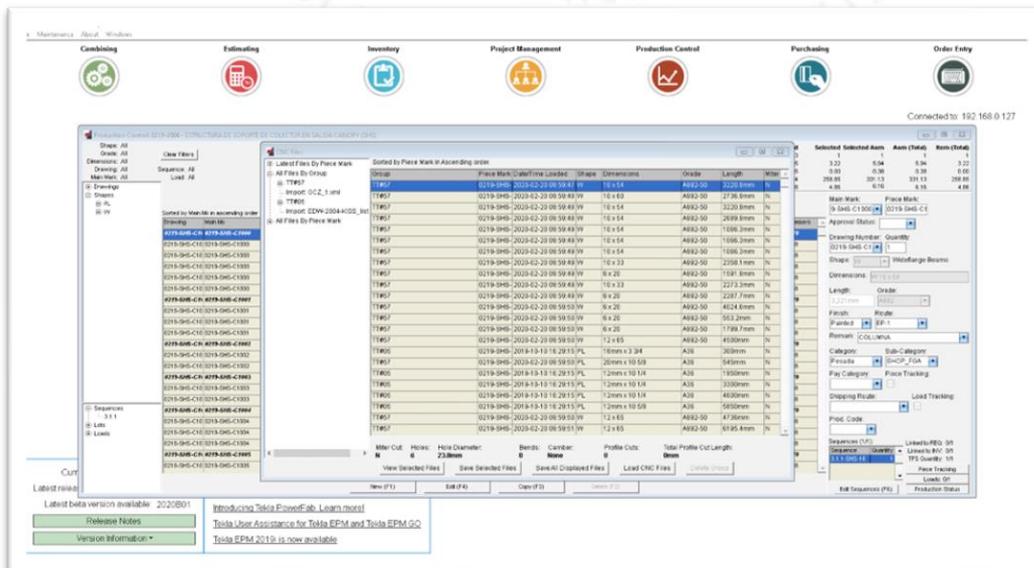


Figura 20.
Pestaña Project Management



El Planner de Producción carga el archivo con extensión “.xml” al TEKLA EPM, en la OT previamente creada. Una vez cargado se deben comparar la cantidad de elementos y componentes tanto con la “Lista Elemento-Componente” como con la “Lista Elemento Componente – Número de Proyecto TT##” respectivamente. Archivos CNC, se copia en la ruta FGASERVER\Producción\PROYECTOS-Año\Número Proyecto\REPORTES DE INGENIERÍA\TRANSMITTAL INGENIERÍA\TT##\CNC, de acuerdo con el TT## y se cargan en el TEKLA EPM. (Figura 8.17)

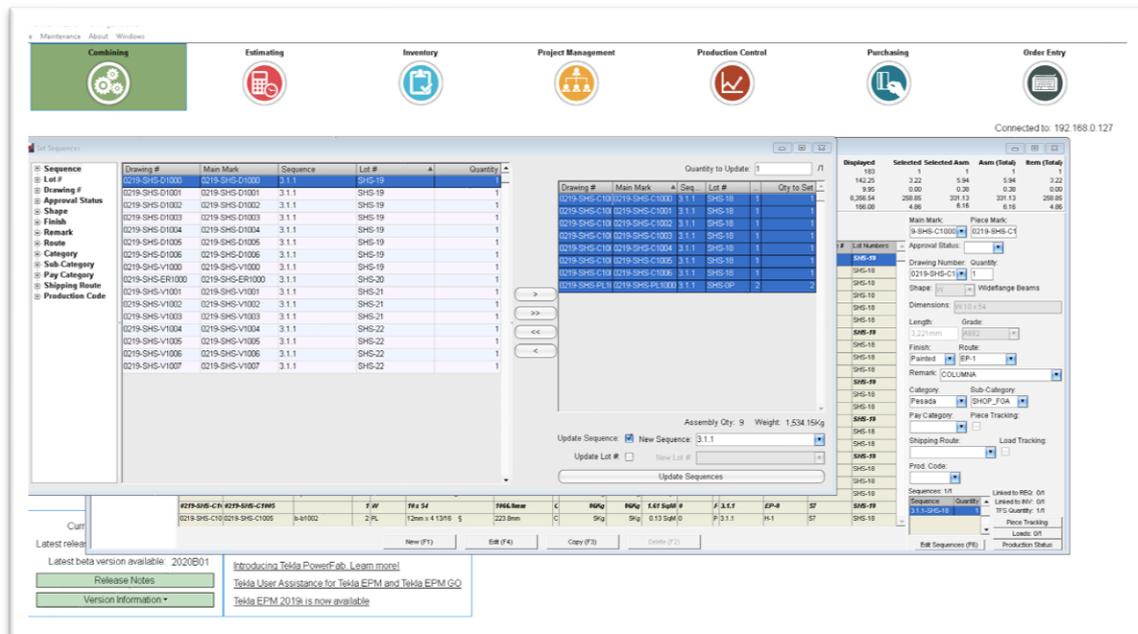
Figura 21.
Carga el archivo en el sistema.



5. Secuenciado: La secuencia de Fabricación la determina el área de Proyectos juntamente con el área de Detallamiento, definen la secuencia de fabricación. Esta información puede venir como un atributo en el XML, de esta forma, cuando se carga dicho archivo esta información debería estar ya secuenciada, caso contrario, el área de Proyectos enviará una lista de elementos por secuencia con el cual se cargaría la secuencia en el TEKLA EPM (Figura 8.18)

Figura 22.

Secuenciado de operaciones



6. Ruteo: Como paso siguiente, el Planner de Producción realiza el Ruteo de los Main Marks y Piece Marks en el TEKLA EPM, para el cual se utiliza la tabla de “Stations and Routes” (Figura 8.19). Si no existiesen en esta tabla, como en el TEKLA EPM, la ruta requerida, ésta se creará en el Stations & Routes del TEKLA EPM (Figura 8.20) y se actualizará dicha tabla.

Figura 23.

Ruteo de operaciones

	Pieze Marks & Main Marks																Main Marks														
	HABILITADO						SERVICIOS										Tercerizado			PRODUCCION						PINTURA		QA/QC			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
EP-6	X																X														
EP-7	X																X														
EP-8	X																X														
EP-11	X																X														
EP-12							X										X														
EP-13																	X														
EP-14	X																X														
EP-15							X										X														
EP-16																	X														
EP-17																	X														
EP-21		X															X														
EP-22	X																X														
EP-23	X																X														

Figura 24.

Creación de estaciones y rutas.

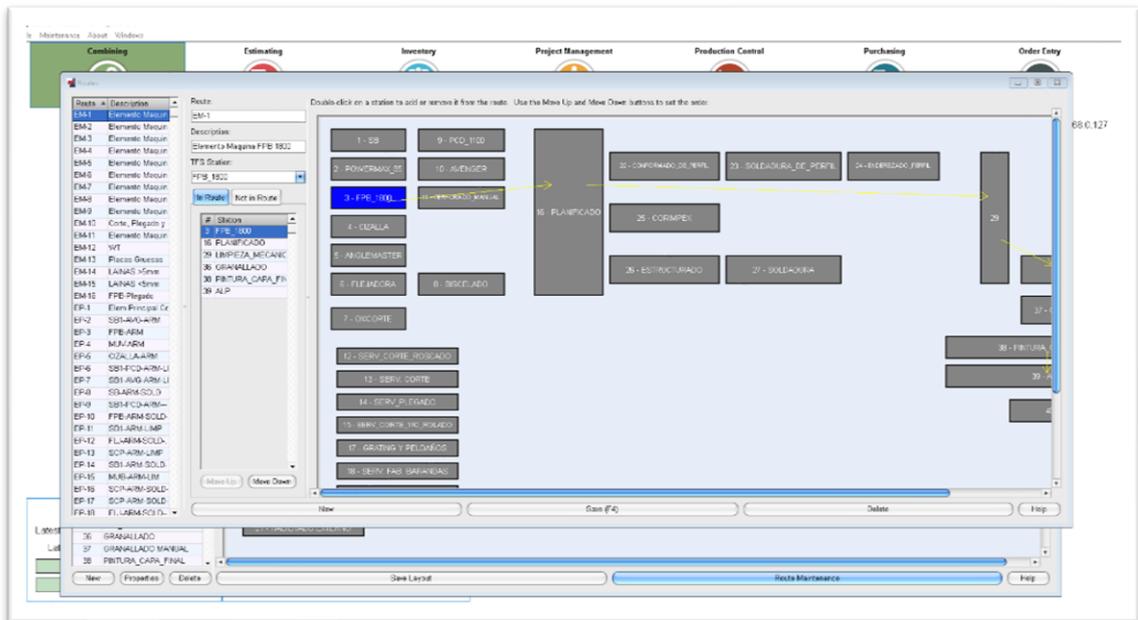
The screenshot shows a software application window with a menu bar (File, Edit, View, Tools, Help) and a toolbar with icons for various functions. The main area is divided into several panes. On the left, there is a tree view showing a hierarchy of items like Sequence, Lot #, Drawing #, Approval Status, Shape, Finish, Name, Category, Sub Category, Pay Category, Shipping Route, and Production Code. The central pane displays a table of sequences with columns: Drawing #, Main Mark, Sequence, Lot #, and Quantity. The right pane shows a detailed view of a selected sequence, including drawing information and assembly options like 'Update Sequence', 'New Sequence', 'Update Lot #', and 'New Lot #'. The bottom of the window has a status bar with text like 'Latest beta version available: 20200801' and 'Introducing TakePowerFaps learn more!'. The interface is connected to IP 192.168.0.127.

7. Lotizado: El Planner de Producción debe lotizar el Transmittal cargado. Para esto se tiene que revisar la complejidad de los elementos, perfil asociado a cada estructura, secuencia, tipo de juntas, tipo de estructura, cantidad de elementos y peso, por cada lote

creado. El número de lotes se pre-asignan según los grupos de trabajo existentes o nuevos de ser necesarios, y es revisado por el Jefe de Planta. Este lotizado se carga en el TEKLA EPM en el módulo de producción, en la pestaña Set Sequences (Figura 8.21).

Figura 25.

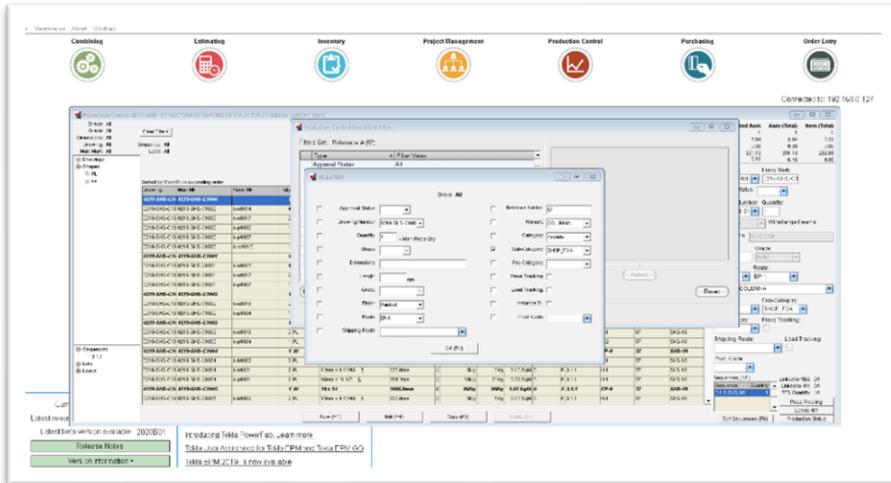
Lotizado de producción



8. A los elementos que se fabricarán en Planta se les asigna el atributo “SHOP_FGA” en el campo Subcategory del TEKLA EPM y en el caso de los elementos que no se fabricarán en Planta, se les asigna el Atributo “TALLER EXTERNO” en el mismo campo subcategory del TEKLA EPM. (Figura 8.22). En el caso de lotes generados para fabricaciones en talleres externos, el Planner de Producción hace llegar dichos lotes con sus respectivos planos al Jefe de Proyectos vía correo electrónico y/o físico para su respectiva derivación al taller que corresponda.

Figura 26.

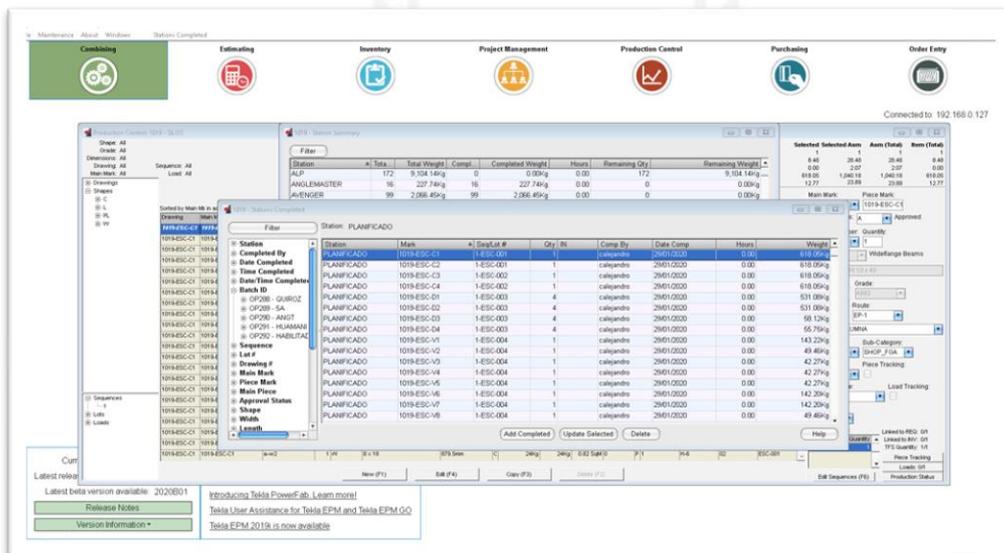
Control de talleres externos.



9. Asignación a Contratistas: Luego de la pre-asignación de los lotes de trabajo, el Planner de Producción, juntamente con los Supervisores de Producción asignan los lotes a los contratistas; el cual es revisado por el Jefe de Planta. Esta asignación se carga en el TEKLA EPM en el módulo Production Control, mediante el Piece Tracking en la estación “PLANIFICADO” y se le va creando en el BATCH ID, el número de la Orden de Producción (OP) correspondiente como: “OP ##### - CONTRATISTA” (Figura 8.23).

Figura 27.

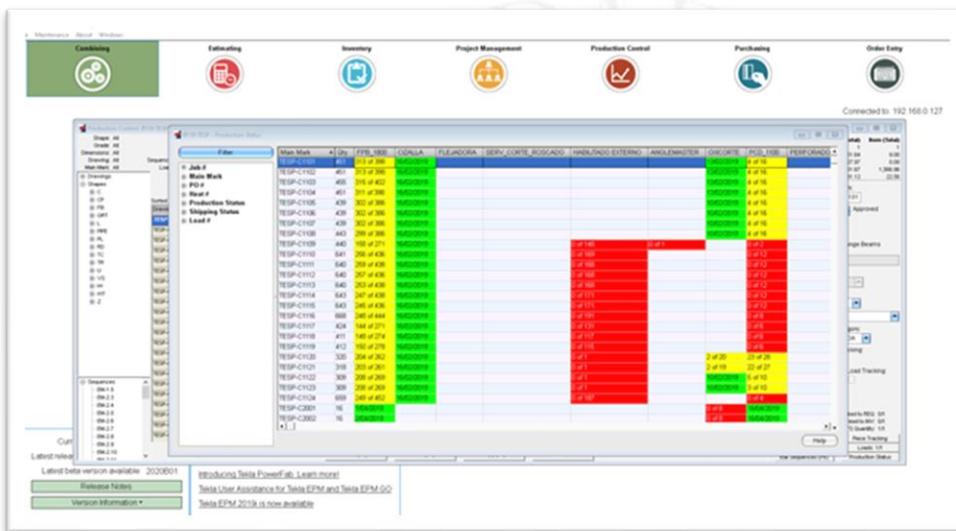
Asignación a Contratistas



10. Asignación a Personal de la empresa: Luego de la pre-asignación de los lotes de trabajo, el Planner de Producción, juntamente con los Supervisores de Producción crea los lotes, el cual es revisado por el Jefe de Planta. Se carga en el TEKLA EPM en el módulo Production Control, mediante el Piece Tracking en la estación “PLANIFICADO” y se le va creando en el BATCH ID, el número de la Orden de Producción (OP) correspondiente como: “OP ##### - CONTRATISTA” (Figura 8.24).

Figura 28.

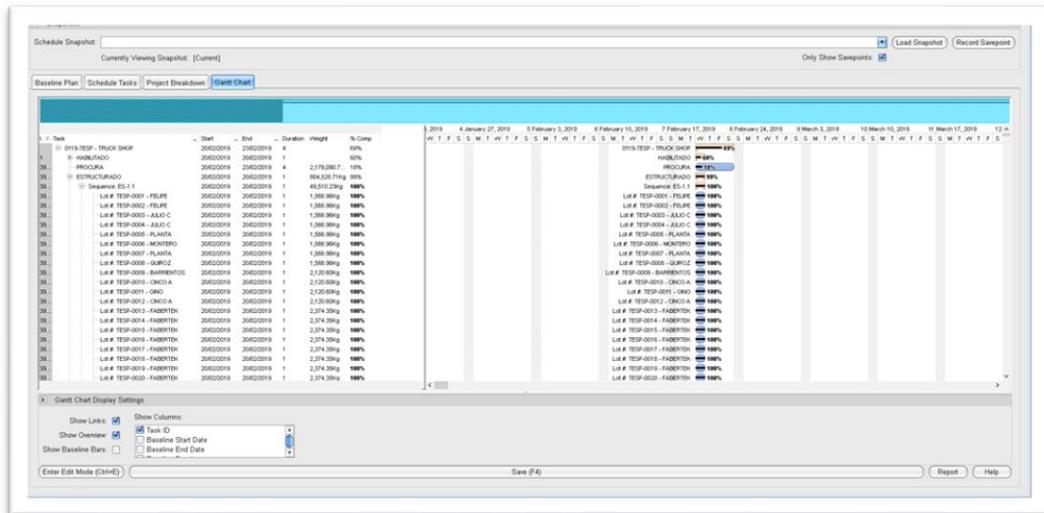
Asignación del personal



Control de Producción: El Planner de Producción elabora el cronograma de fabricación de Planta en el TEKLA EPM. Este cronograma se creará con Desglose por Lote y por Secuencia y el avance se visualizará según los reportes que se realizan en las distintas estaciones, por los operadores y supervisores. Las fechas de inicio y fin del cronograma de fabricación estarán dadas por el Jefe de Proyectos. Una vez creado el cronograma, éste será revisado por el Jefe de Planta. El seguimiento de avance diario por estación se visualiza en el Production Status del TEKLA EPM (Figura 8.25) por cada OT.

Figura 29.

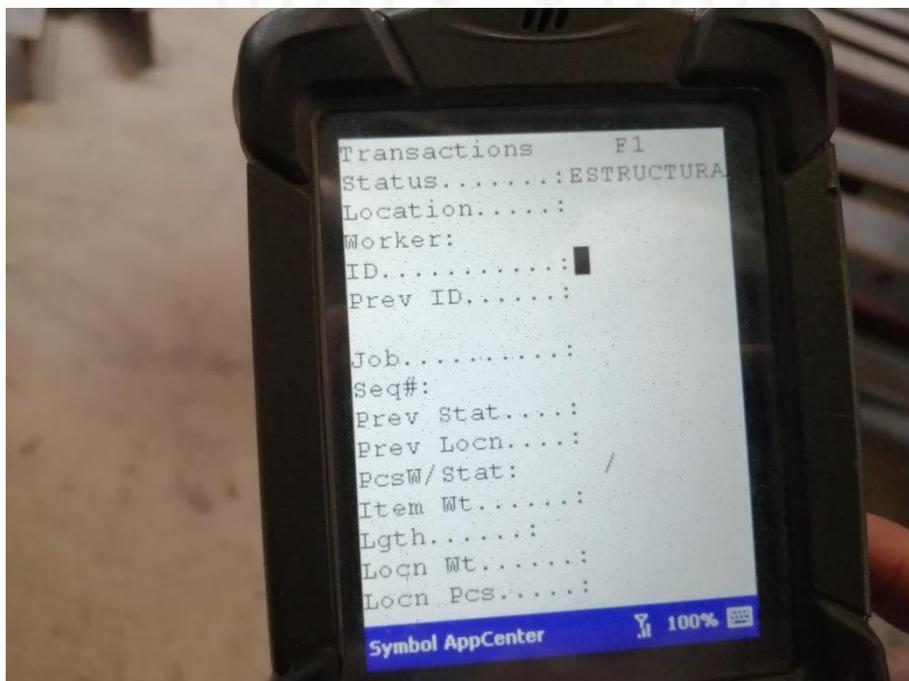
Control de producción.



En la Figura 8.26 se muestra el dispositivo móvil para la lectura de barra que facilita el seguimiento de las operaciones

Figura 30.

Lectora de barra.



En las figuras 8.27 y 8.28 se observa a un operador realizando el control de avance de las operaciones de producción con el lector de barras:

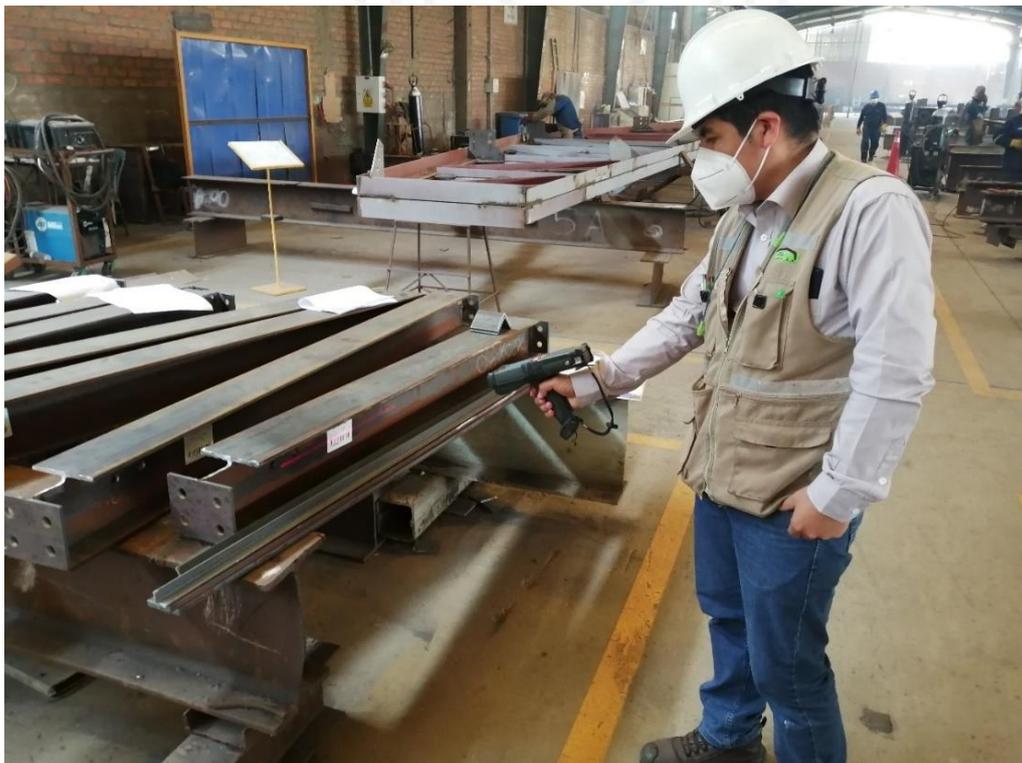
Figura 31.

Control de avances.



Figura 32.

Control de avances con lectora de barras.



8.2. Gestión del proyecto

8.2.1. Inicio del proyecto

Para el inicio de la gestión del proyecto se elaboró un cronograma de trabajo que incluía las fases de desarrollo del modelo de integración de la gestión de fabricación de estructuras metálicas: (a) inicio (b) definición (c) ejecución y (d) cierre (Ver Figura 8.29)



Figura 33.

Cronograma de implementación del modelo de integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR	AÑO 2021 (MESES/SEMANAS)																								
	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
FASE: INICIO																									
Diagnóstico de la situación actual.																									
Identificación de necesidades.																									
Análisis externo de la organización.																									
Descripción del sector económico.																									
Evaluación de factores externos.																									
Análisis interno.																									
Matriz FODA.																									
Identificación del problema.																									
Matriz de evaluación de problemas.																									
Análisis de causa raíz.																									
Evaluación de causas.																									
Evaluación de riesgos.																									
Evaluación de las alternativas de solución.																									
Selección de la propuesta de solución.																									

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR	AÑO 2021 (MESES/SEMANAS)																							
	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
FASE: DEFINICIÓN																								
Diseño de procesos macro – aplicaciones.																								
Diseño de procesos detalle – planeación.																								
Diseño de procesos detalle – estructuras.																								
Diseño de procesos detalle – control de gestión.																								
Diseño de procesos detalle – verificación.																								
Especificaciones para adquisiciones.																								
FASE: EJECUCIÓN																								
Gestión proceso de licitación																								
Fechas de entrega previstas para la entrega.																								
Definición de documentos estándares.																								
Definición de requisitos.																								
Identificación de proveedores.																								
Solicitud de presupuestos.																								
Evaluación de ofertas.																								
Selección del proveedor.																								

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR	AÑO 2021 (MESES/SEMANAS)																								
	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Implementación de la propuesta																									
Cronograma aproximado de pruebas.																									
Determinación de indicadores.																									
Capacitación requerida.																									
Incorporación de los requisitos de planeación.																									
Pase a producción (hand-over)																									
Evaluación de lecciones aprendidas.																									
Aseguramiento y control de calidad																									
Pruebas de funcionamiento.																									
Evaluación de la secuenciación de procesos.																									
Roles y responsabilidades.																									
Documentación requerida del proyecto.																									
Especificación de requisitos de software.																									
Evaluación de funcionalidad.																									
Verificación de desviaciones.																									
Control de documentación de manufactura.																									

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR	AÑO 2021 (MESES/SEMANAS)																							
	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Pruebas unitarias / Precomisionamiento																								
Definición de roles y responsabilidades																								
Informe a gerencia general - aprobación																								
Preparación de formatos de requerimientos.																								
Plan de trabajo preliminar.																								
Reunión para revisión de diseño.																								
Plan de trabajo final.																								
Pruebas funcionales / Comisionamiento																								
Requisitos de cambios en las operaciones.																								
Ajuste del cronograma de trabajo.																								
Ajuste del plan de implementación.																								
Ajuste del plan de capacitación.																								
Información a grupos de interés.																								
Definición de grupos de enlace.																								
Evaluación de indicadores – análisis de riesgos.																								
Plan de contingencias.																								

8.2.2. Capacitación a personal de supervisión y operativo.

El propósito de esta actividad de capacitación fue dar a conocer entre los miembros del personal los requisitos e instrucciones del modelo de integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0. Para ello, se organizó la información para para adecuar el conocimiento y las habilidades del personal, específicamente en los requisitos relacionados con la fase de manufactura.

Las actividades formativas fueron organizadas en doce módulos de información con componentes teóricos y prácticos distribuidos en ocho horas de capacitación. Los facilitadores de la actividad fue el asesor de la empresa proveedora (Tekla) con apoyo del gerente de Aseguramiento de la Calidad de la empresa, para lo cual se contó con la presencia de las siguientes personas (Ver Tabla 8.8):

Tabla 8.8.

Personal asistente a la capacitación respecto a los requisitos del modelo de integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0

Cargo	Número de personas
Jefe de Operaciones	1
Supervisor técnico	2
Staff de producción	12
Staff de asistentes de producción	12
Total	27

El proceso inició con una descripción general de los cuatro componentes del modelo y se proporcionó una descripción general del software. En la Tabla 8.9 se muestra el contenido de la actividad formativa:

Tabla 8.9.

Contenido de la capacitación respecto los requisitos del modelo de integración horizontal de los procesos de la empresa bajo Industria 4.0.

Modulo	Nombre	Descripción/logros alcanzados
Presentación	Presentación del proceso de capacitación	Presentación e introducción a las actividades formativas. Descripción de los contenidos.
Módulo 1	Conceptos de planeación, mejora de proceso y estructura del modelo.	Descripción de los conceptos de básicos de planificación, mejora de proceso y estructura del modelo integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0
Módulo 2	Parámetros de gestión del software	Descripción de los parámetros generales del modelo de integración.
Módulo 3	Descripción general del proceso bajo la estructura del modelo de integración.	Proporcionó una descripción general del proceso con una representación gráfica de las actividades a desarrollar durante la experiencia formativa.
Módulo 4	Parte 1- Requisitos Generales	Etapas de la integración en el software de la empresa de las actividades de planeación de la gestión de proyectos y cubrir las necesidades de las siguientes funciones: presupuestos, programación de proyectos, control de manufactura, optimización de recursos, gestión de inventario, adquisición de materiales y venta de material no utilizable.
Módulo 5	Parte 2 - Requisitos Estructurales	El objetivo de este módulo fue la explicación de los requisitos estructurales, lo que incluía los aspectos administrativos y los aspectos operativos.
Módulo 6	Parte 3 - Requisitos de recursos	El objetivo de este módulo fue comprender los requisitos de recursos que incluye: recursos humanos, infraestructura y equipos.

Módulo	Nombre	Descripción/logros alcanzados
Módulo 7	Parte 4 - Requisitos de diseño de estructuras	El objetivo fue comprender los requisitos de integración del software estructural para la creación y gestión de un proyecto de construcción, o Building Information Modeling.
Módulo 8	Parte 5 - Requisitos del sistema de gestión	en esta sección se dieron a conocer los requisitos necesarios para gestionar adecuadamente los documentos del sistema y el registro de las auditorías para acciones correctivas y preventivas.
Módulo 9	Parte 6 – Control de producción	En esta fase de la capacitación se comprendió la interfaz web móvil, sus requisitos y beneficios para activar la información desde cualquier lugar.
Módulo 10	Sistemas documentados	en este módulo se dio a conocer la manera cómo se puede integrar la gestión de proyectos bajo enfoque de Industria 4.0 y la integración horizontal a través de la documentación.
Módulo 11	Implementación	Se comprendieron los pasos necesarios para implementar el modelo integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0
Módulo 12	Resumen y conclusiones	se llevó a cabo una explicación breve de cada una de las etapas anteriores y se convirtieron en las experiencias entre el personal; además se ofrecieron enlaces de información digital para el desarrollo de nueva información.

8.3. Consideraciones finales del capítulo

En esta sección del estudio se cumplió con el desarrollo de la propuesta de mejora planteada para dar respuestas a los objetivos de la investigación. implicó el desarrollo de la gestión del modelo (diseño del producto o servicio, diseño de los procesos generales y de ingeniería conceptual, ingeniería técnica o de detalle, especificaciones para adquisiciones, desarrollo y ejecución), así como las actividades de definición del cronograma de trabajo, asignación de responsabilidades y plan de información al personal. De esta manera se cumple con el propósito principal de la investigación y los hallazgos de la fase de diagnóstico, para solventar las debilidades de la empresa en cuanto a la programación de sus actividades de manufactura mediante la implementación de un software completo que ofrezca un enfoque sistemático y colaborativo para administrar los procesos productivos de la empresa. Dicho programa está diseñado especialmente para empresas que fabrican estructuras de acero, y ofrece un flujo continuo de datos e información continua a lo largo de cada etapa del proyecto de fabricación.



CAPÍTULO IX. VALIDACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA

Una vez realizada el desarrollo de la propuesta de mejora de integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque de Industria 4.0, se procedió a la validación y evaluación de dicha propuesta, para lo cual se procedió a: (a) relacionar las inversiones previstas para la implementación, (b) identificación de los costos relevantes, (c) determinación de los beneficios cualitativos de la propuesta, (d) evaluación de las mejoras mediante prueba piloto y (e) evaluación económica mediante la aplicación de proyecciones de flujo de caja e indicadores financieros asociados a proyectos de inversión.

9.1. Inversiones

En la Tabla 9.1 se hace un resumen de las inversiones necesarias para la implementación del modelo integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0:

Tabla 9.1.

Detalle de inversión inicial para el proyecto de integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0

Descripción	Monto en S/.
Adquisición del software	42,060.00
Actualización sistema de redes en la empresa	47,845.00
Compra de equipos de computación para producción	40,100.00
Gastos inherentes al modelo de integración	23,090.00
Sueldos y salarios equipo del proyecto	4,500.00
Capacitación al personal	15,300.00
Material de oficina durante periodo de implementación	885.00
Total	173,480.00

9.2. Costos relevantes

En la Tabla 9.2 se hace una relación de los costos relevantes, que son los costos necesarios para mantener la propuesta en el tiempo y se debe contemplar como una inversión anual mientras esté en vigencia el modelo de integración:

Tabla 9.2.*Detalle de costos relevantes para el mantenimiento del proyecto*

Descripción	Monto en S/.
Actualización del software	9,125.00
Previsión para mantenimiento de redes en la empresa	1,259.00
Total	10,384.00

La inversión fue realizada en un plazo de tres meses, en concordancia con cada una de las fases del proyecto, tal como se muestra en la Tabla 9.3:

Tabla 9.3.*Detalle de cronograma de inversión inicial*

	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	TOTAL
PLANEACIÓN	31,905.00	9,745.00	1,500.00	43,150.00
Planificar instalaciones de software en PC	22,165.00	-	-	22,165.00
Contabilizar y comparar licencias de uso	6,800.00	6,800.00	-	13,600.00
Planificar capacitaciones	1,440.00	1,445.00	-	2,885.00
Determinar Staff de seguimiento y control	1,500.00	1,500.00	1,500.00	4,500.00
EJECUCIÓN	12,260.00	49,160.00	53,220.00	114,640.00
Actualización equipos computación	-	19,300.00	19,300.00	38,600.00
Instalación de Softwares en PC	-	12,400.00	16,060.00	28,460.00
Actualización sistema de redes	8,560.00	8,560.00	8,560.00	25,680.00
Capacitación en uso de software (Teórico)	800.00	700.00	800.00	2,300.00
Capacitación en uso de software (Práctico)	1,300.00	1,300.00	1,600.00	4,200.00
Capacitación lectoras códigos de barra	700.00	700.00	700.00	2,100.00
Ingreso de ID en lectoras	600.00	600.00	600.00	1,800.00
Capacitación Reportes de producción	300.00	300.00	300.00	900.00
Prueba piloto y lista de requerimientos	-	5,300.00	5,300.00	10,600.00
PUESTA EN MARCHA	-	-	10,190.00	14,190.00
Prueba del software	-	-	10,190.00	10,190.00
Comparación de resultados	-	-	-	4,000.00
CIERRE DE PROYECTO	-	-	-	1,500.00
Presentación de resultados y cierre	-	-	-	1,500.00
TOTAL	44,665.00	59,405.00	65,410.00	173,480.00

9.3. Beneficios del proyecto

A continuación, se mencionan los beneficios del modelo integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0:

- a) Incremento de las capacidades organizacionales a través de la comunicación de las necesidades requerimientos y avances en los trabajos con la integración horizontal.
- b) Minimización de los tiempos de respuesta o mayor capacidad de adaptación a los cambios solicitados por el cliente.
- c) Alineación de los procesos internos ya establecidos a los cambios en tecnología, intercambio de información conectividad y precisión en los resultados.
- d) Minimización de la probabilidad de sobreproducción, lo que incide favorablemente en la disminución de los desperdicios, uso racional de las fuentes de energía y contribución al medio ambiente.
- e) Incremento en la flexibilidad de los procesos, lo que favorece el mejor uso de las maquinarias y el recurso humano y facilita la capacidad de respuesta.
- f) Incorporación a los procesos de sistemas inteligentes de información, protocolos de conectividad entre áreas, aporte al aseguramiento de la calidad, así como la integridad de la información y la base de datos.
- g) Desarrollo de las competencias del trabajador mediante nuevas habilidades tecnológicas, nuevas responsabilidades y formas de trabajo.
- h) Administrar todos los procesos de fabricación, con un paquete de software fácil de usar.
- i) Funcionalidad diseñada específicamente para los flujos de trabajo de los fabricantes.
- j) Visualizar, comunicar y compartir información relevante en las operaciones, incluidas otras partes del proyecto.
- k) Utilizar herramientas móviles potentes para la productividad a nivel de proyecto y operaciones.

9.4. Evaluación de las mejoras

En la Tabla 9.4 se muestran los resultados de las pruebas de implementación del modelo integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0. Dichas

pruebas fueron realizadas durante cuatro semanas en una producción de 407,090 kg de material a procesar.

Tabla 9.4.

Resultados de la producción durante la prueba del modelo de integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0

Proceso	Kilos entregados	Producción (kilos)	Material no procesado (kilos)	% Eficacia
Despacho de material	407,090	-	-	
Habilitado	407,090	395,285	11,805	97.10%
Armado	395,285	386,145	9,140	97.69%
Soldadura	386,145	377,785	8,360	97.84%
Limpieza Mecánica	377,785	376,140	1,645	99.56%
Preparación superficial	376,140	375,303	837	99.78%
Pintura	375,303	374,694	609	99.84%
Total	407,090	374,694	32,396	92.04%

En la Tabla 9.5 se muestran las variaciones en los niveles de eficacia de los procesos de producción de la empresa con la implementación del modelo de integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0. Dichas variaciones se visualizan en la Figura 9.1:

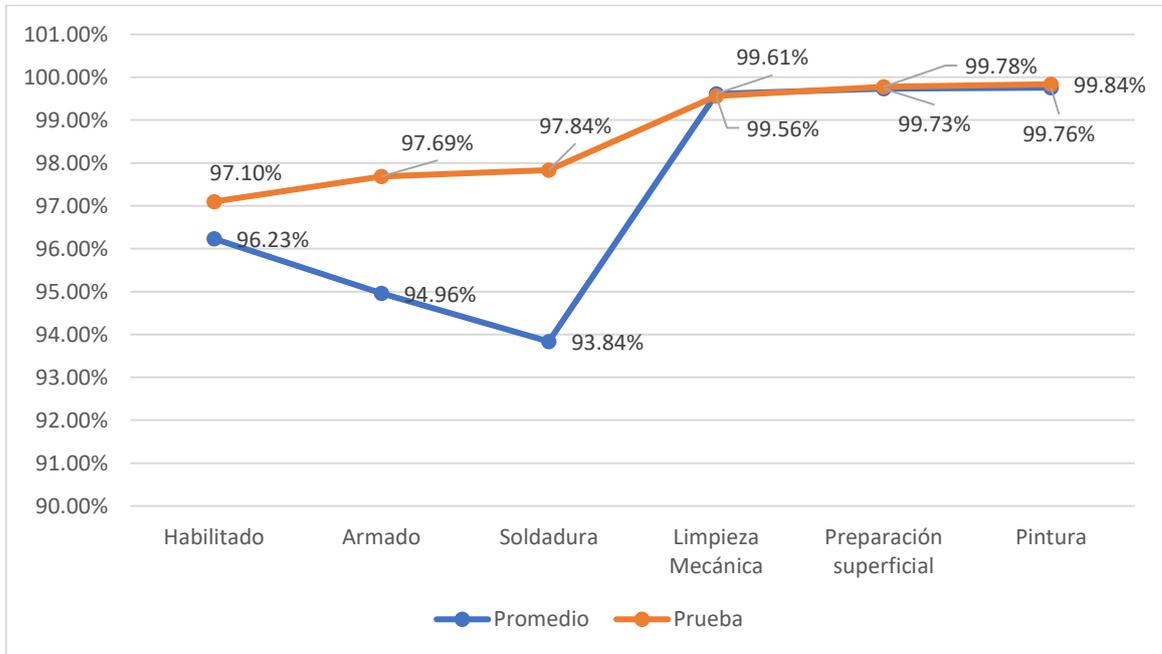
Tabla 9.5.

Variaciones en los niveles de eficacia de los procesos de producción de la empresa con la implementación del modelo de integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0

Proceso	Promedio histórico	Resultados de la prueba	Variaciones
Habilitado	96.23%	97.10%	0.87%
Armado	94.96%	97.69%	2.73%
Soldadura	93.84%	97.84%	4.00%
Limpieza Mecánica	99.61%	99.56%	-0.05%
Preparación superficial	99.73%	99.78%	0.05%
Pintura	99.76%	99.84%	0.08%
Total	84.98%	92.04%	7.06%

Figura 9.1.

Variaciones en los niveles de eficacia de los procesos de producción de la empresa con la implementación del modelo de integración horizontal de los procesos de la empresa bajo enfoque Industria 4.0



Para evaluar las mejoras se utilizó el indicador estadístico denominado T de Student, con el cual se permite evaluar estadísticamente las comparaciones antes y después de los cambios:

Hipótesis

Ho: La implementación de un plan de mejora de fabricación de estructuras metálicas no incrementa la eficacia en la planta de FGA Ingenieros S. A

Ha: La implementación de un plan de mejora de fabricación de estructuras metálicas si incrementa la eficacia en la planta de FGA Ingenieros S. A

μ_a : Media antes de la implementación del plan de mejora de fabricación de estructuras metálicas

μ_d : Media después de la implementación del plan de mejora de fabricación de estructuras metálicas

Regla de decisión:

Si: $\mu_a \geq \mu_d$ se acepta la Ho

Si: $\mu_a < \mu_d$ se acepta la Ha

Tabla 9.6.

Resultados estadísticos descriptivos de las medias

Estadísticos descriptivos

	N	Media (μ)	Desv. Desviación
Producción de fabricación de estructuras metálicas antes	6	4,321,209.20	227,572,4977
Producción de fabricación de estructuras metálicas después	6	4,570,704.00	98,464.30133

Nota: elaborado con SPSS versión 26

Interpretación:

Como se muestra en la tabla 9.6, se puede observar que la media de la fabricación de estructuras metálicas en la empresa ha aumentado, pasando de 4,321 a 4,570, lo que indica que según la regla de decisión es correcto afirmar que se acepta la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula.

Se procede a comprobar si es correcto aceptar la hipótesis alterna con el estadígrafo de la Prueba T de Student para muestras relacionadas, ya que ambas son paramétricas.

Tabla 9.7.

Resultados para muestras relacionadas de Prueba T de Student para el incremento de la productividad

	Prueba de muestras emparejadas							
	Diferencias emparejadas							Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	
Inferior				Superior				
Par 1: <i>Producción de fabricación de estructuras metálicas antes - Producción de fabricación de estructuras metálicas después</i>	-249494,80000	129624,16772	52918,84487	-385527,02140	-113462,57860	-4,715	5	,005

Nota: elaborado con SPSS versión 26

Regla de decisión:

Si: $p \leq 0,05$ Se rechaza la hipótesis nula

Interpretación:

Se puede verificar en la tabla 9.7 que mediante la prueba T para la fabricación de estructura metálicas el valor de significancia es inferior a 0,05 lo que ratifica que es correcto afirmar que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

9.5. Resultados

Para la evaluación de las mejoras, se hizo un resumen del flujo de efectivo histórico de la empresa en los cinco años anteriores a la implementación, el cual se muestra en la Tabla 9.8. Con dicha información, se obtuvieron los promedios del componente de los flujos de efectivo estimados con y sin implementación.



Tabla 9.8.

Resumen del flujo de efectivo histórico de la empresa en los cinco años anteriores a la implementación.

FLUJO DE EFECTIVO HISTÓRICO DE LA EMPRESA 2015-2019					
	2015	2016	2017	2018	2019
INGRESOS					
Ingresos por ventas	37,109,445	36,205,646	29,367,682	30,101,570	31,250,401
Ingresos financieros	1,101,204	1,666,697	707,672	912,500	1,009,210
Ingresos por servicios	191,600	122,363	25,048	74,680	81,947
TOTAL INGRESOS	38,402,249	37,994,706	30,100,402	31,088,750	32,341,558
EGRESOS					
Costos operacionales	31,984,259	31,294,504	25,222,490	25,944,241	26,934,407
Gastos administrativos	2,026,992	1,775,511	1,818,763	1,640,962	1,707,089
Gastos de ventas	175,251	102,685	208,072	141,876	147,593
Gastos financieros	1,439,659	1,812,534	740,279	1,165,484	1,212,451
Otros gastos	-	-	-	-	-
TOTAL EGRESOS	35,626,161	34,985,234	27,989,604	28,892,563	30,001,540
Resultado antes del impuesto	2,776,088	3,009,472	2,110,798	2,196,187	2,340,018
Impuesto a la Renta (29.5%)	818,946	887,794	622,685	647,875	690,305
Utilidad neta	1,957,142	2,121,678	1,488,113	1,548,312	1,649,713

Nota: elaboración propia, a partir de la información suministrada por la Gerencia de Finanzas de la empresa.

Luego se procedió a las proyecciones del flujo de efectivo con y sin implementación, para obtener los incrementos esperados en los ingresos y egresos en ambos escenarios, los cuales se muestran en las Tabla 9.9 y 9.10. Para la construcción de dichas proyecciones, se tomaron en cuenta las siguientes premisas:

La tasa de interés promedio utilizada es de 15%

Se estima un crecimiento interanual del 10%

La fórmula empleada para determinar el Valor Actual Neto fue la siguiente:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

F_t = Flujo de dinero en el Periodo t

K = Tasa de Interés

t = Periodo

I_0 = Inversión Inicial

La fórmula empleada para calcular la Tasa Interna de retorno (TIR) fue la siguiente:

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

Donde:

n= Número total de periodos.

T= entero no negativo

Fn= flujo de caja

i= Tasa de descuento

Para la elaboración del flujo de efectivo proyectado sin implementación se utilizó, el promedio histórico como referencia para el año 1 de implementación. En la tabla se reflejan los ingresos estimados de modo tal que, no se hubiese realizado ninguna implementación a la empresa para poder determinar las variaciones incrementales después de la implementación (Ver Tabla 30).

Tabla 9.9.*Proyección del flujo de efectivo sin implementación en los próximos cinco años.*

FLUJO DE EFECTIVO PROYECTADO SIN IMPLEMENTACIÓN						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS						
Ingresos por ventas		32,806,949	36,087,644	39,696,408	43,666,049	48,032,654
Ingresos financieros		1,079,457	1,187,402	1,306,142	1,436,757	1,580,432
Ingresos por servicios		99,128	109,040	119,944	131,939	145,133
TOTAL INGRESOS		33,985,533	37,384,086	41,122,495	45,234,744	49,758,219
EGRESOS						
Costos operacionales		28,275,980	31,103,578	34,213,936	37,635,330	41,398,863
Gastos administrativos		1,793,863	1,973,250	2,170,575	2,387,632	2,626,395
Gastos de ventas		155,095	170,605	187,666	206,432	227,075
Gastos financieros		1,274,081	1,401,490	1,541,638	1,695,802	1,865,383
Otros gastos		-	-	-	-	-
TOTAL EGRESOS		31,499,020	34,648,923	38,113,815	41,925,196	46,117,716
Resultado antes del impuesto		2,486,513	2,735,164	3,008,680	3,309,548	3,640,503
Impuesto a la Renta (29.5%)		733,521	806,873	887,561	976,317	1,073,948
Utilidad neta		1,752,991	1,928,290	2,121,120	2,333,231	2,566,555
Inversión	-					
Flujo neto económico	-	1,752,991	1,928,290	2,121,120	2,333,231	2,566,555

En la Tabla 9.10 se refleja el flujo de efectivo proyectados para los cinco años posteriores a la implementación, como referencia para el año 1 se utilizaron los resultados obtenidos en el primer año de la implementación, en los que se refleja una disminución de los costos e incremento en las ventas, los cuales favorecen en la disminución de los egresos y en el incremento del flujo neto económico. El flujo de inversión queda reflejado todo al inicio de la proyección, ya que toda la inversión fue realizada durante el año 2020.

Tabla 9.10.

Proyección del flujo de efectivo con implementación en los próximos cinco años.

FLUJO DE EFECTIVO PROYECTADO CON IMPLEMENTACIÓN						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS						
Ingresos por ventas		35,123,119	38,635,431	42,498,974	46,748,872	51,423,759
Ingresos financieros		1,079,457	1,187,402	1,306,142	1,436,757	1,580,432
Ingresos por servicios		99,128	109,040	119,944	131,939	145,133
TOTAL INGRESOS		36,301,704	39,931,874	43,925,061	48,317,567	53,149,324
EGRESOS						
Costos operacionales		29,960,460	32,956,506	36,252,157	39,877,372	43,865,110
Gastos administrativos		1,916,118	2,107,730	2,318,503	2,550,353	2,805,389
Gastos de ventas		165,665	182,232	200,455	220,501	242,551
Gastos financieros		1,360,912	1,497,003	1,646,704	1,811,374	1,992,512
Otros gastos		-	-	-	-	-
TOTAL EGRESOS		33,403,156	36,743,471	40,417,819	44,459,600	48,905,561
Resultado antes del impuesto		2,898,548	3,188,402	3,507,243	3,857,967	4,243,764
Impuesto a la Renta (29.5%)		855,072	940,579	1,034,637	1,138,100	1,251,910
Utilidad neta		2,043,476	2,247,824	2,472,606	2,719,867	2,991,853
Inversión	173,480	10,384	10,384	10,384	10,384	10,384
Flujo neto económico	-173,480	2,033,092	2,237,440	2,462,222	2,709,483	2,981,469

Como resultado de la comparación de los ingresos y egresos de los escenarios presentados en las tablas anteriores (con y sin implementación), se obtienen en la Tabla 9.11 los ingresos y egresos operacionales adicionales, los cuales, al ser comparados con la inversión, permiten obtener el flujo de caja incremental, el valor actualizado neto y la tasa interna de retorno.

Tabla 9.11.

Cálculo del flujo de caja incremental, Valor actualizado neto y tasa interna de retorno.

FLUJO DE CAJA INCREMENTAL

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS ADICIONALES		2,316,171	2,547,788	2,802,566	3,082,823	3,391,105
EGRESOS OPERACIONALES (INCREMENTAL) (CON PY-SIN PROY)		1,904,135	2,094,549	2,304,004	2,534,404	2,787,845
INVERSIÓN	173,480					
FLUJO DE CAJA INCREMENTAL	-173,480	412,035	453,239	498,563	548,419	603,261
TASA DE DESCUENTO (WAAC)	15%					
VAN	1,468,825					
TIR	247%					

Para calcular la razón de costo beneficio se hace una comparación entre los beneficios esperados en la proyección a cinco años con los costos invertidos en el proyecto. En relación al costo beneficio, en la cual se expresa un beneficio de 9.47 soles por cada sol invertido, ya que los costos de inversión son menores al beneficio esperado en los próximos cinco años. Luego se procede a actualizar los flujos de caja para determinar el tiempo de recupero de la inversión, el cual se estimó en 5.8 meses.

Tabla 9.12.

Cálculo del costo beneficio del proyecto.

B/C	BENEFICIOS	1,642,305				
	COSTOS	173,480				
B/C		9.47				
PB						
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO	-173,480	358,291	342,714	327,813	313,560	299,927
FLUJO ACUMULADO		184,811				
EN 12 MESES	358,291					
EN X MESES	173,480					
X	5.8					
PB	TIEMPO DE RECUPERO DE LA INVERSIÓN = 5.8 MESES					

9.6. Consideraciones finales del capítulo

Como resultado de la comparación de los ingresos y egresos de los escenarios presentados en las tablas anteriores (con y sin implementación), se obtuvieron los ingresos y egresos operacionales adicionales, los cuales, al ser comparados con la inversión, permiten obtener el flujo de caja incremental y los indicadores financieros. Asimismo, en cuanto a la determinación de los costos y beneficios que permitan validar la propuesta de mejoras en los procesos de fabricación de estructuras metálicas para incrementar la eficacia en la empresa. La aplicación de la prueba de validación permitió demostrar un incremento de 7.06% en los niveles de producción. Además, la relación costo beneficio de la propuesta es de S/. 9.47 por cada unidad monetaria invertida, con una inversión de S/. 173,480, lo que estima un valor actualizado proyectado a cinco años de S/. 1,468,825 y una tasa interna de retorno de 247%.



CAPÍTULO X. CONCLUSIONES

Una vez realizado el plan de mejoras en los procesos de fabricación de estructuras metálicas para incrementar la eficacia en la empresa desde la perspectiva de la dirección de operaciones y proyectos, se concluye:

En lo que respecta al diagnóstico de la situación inicial de la empresa en cuanto a la eficacia en la fabricación de estructuras metálicas, se detectó incumplimiento en las prácticas establecidas y debilidades en la comunicación entre las áreas con la mayor incidencia en la toma de decisiones (comercialización, planeación, logística y producción) lo que originaba problemas que afectan la eficacia.

En cuanto a la evaluación de las alternativas de mejora que permitan incrementar la eficacia en la fabricación de estructuras metálicas en la planta se optó por la incorporación de un software que permitirá la integración de las actividades de producción, facilitará el suministro de información en tiempo real, y permitirá el control de las operaciones de manera dinámica. a partir de allí, se elaboró una propuesta de implementación basada en los principios de la dirección de proyectos y operaciones

En relación con el diseño de un plan de mejoras en los procesos de fabricación de estructuras metálicas para incrementar la eficacia en la empresa, se desarrolló un plan ajustado al modelo del Project Management Institute (2017) con cuatro etapas de trabajo (inicio, planeación, ejecución y control), para que los procesos de creación de valor a lo largo del modelo propuesto pueden ser más flexibles y se optimice la toma de decisiones.

Asimismo, en cuanto a la determinación de los costos y beneficios que permitan validar la propuesta de mejoras en los procesos de fabricación de estructuras metálicas para incrementar la eficacia en la empresa, la aplicación de la prueba piloto permitió demostrar un incremento de 7.06% en los niveles de producción. Además, la relación costo beneficio de la propuesta es de S/. 7.29 por cada unidad monetaria invertida, con una inversión de S/. 173,480, lo que estima un valor actualizado proyectado a cinco años de S/. 1,416,905 y una tasa interna de retorno de 191%.

El principal aporte del estudio es que con la propuesta de mejora realizada, se promueve el uso de la gestión de proyectos para manejar el cambio en las organizaciones de manera controlada y la creación de un entorno que contribuye con: (a) la minimización

de los tiempos de respuesta o mayor capacidad de adaptación a los cambios solicitados por el cliente; (b) alineación de los procesos internos ya establecidos a los cambios en tecnología, intercambio de información conectividad y precisión en los resultados; (c) minimización de la probabilidad de sobreproducción, lo que incide favorablemente en la disminución de los desperdicios, uso racional de las fuentes de energía y contribución al medio ambiente y (d) el incremento en las flexibilidad de los procesos, lo que favorece el mejor uso de las maquinarias y el recurso humano y facilita la capacidad de respuesta.

De igual manera, es relevante el hecho de que pocos estudios a nivel nacional han logrado vincular la gestión de proyectos con las iniciativas 4.0 para mejorar los procesos productivos, y esta investigación podría servir de referencia a futuros estudios y a otras organizaciones, como una metodología que contribuya con la disminución de costos y el incremento de la eficiencia y la capacidad de servicio de las organizaciones.

En cuanto a las limitaciones encontradas, se detectó el bajo nivel de conocimiento del personal de la empresa en cuanto a la aplicación de técnicas de análisis organizacionales y de herramientas de mejora continua, lo que dificultó la comunicación del plan de trabajo en distintos niveles de la organización.

CAPÍTULO XI. RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos en el estudio, se elaboran las siguientes recomendaciones:

1. Ofrecer formación al personal en las diversas herramientas provistas tanto por la gestión de proyectos como por el software propuesto para la integración digital de las operaciones de la empresa como estrategia que garantice la sostenibilidad en el tiempo de las acciones de mejoras implementadas a través de este estudio, y contribuya a la formación continua del personal para que adquieran nuevas habilidades tecnológicas en beneficio de los procesos internos y de la satisfacción del cliente
2. Desarrollar formas estandarizadas de comunicación entre la empresa y el proveedor para asegurar la obtención de mejoras y actualizaciones en las tecnologías que este provee. De esta manera se promueve la creación de una red de suministros con enfoque en la gestión de procesos que va más allá de los límites de la organización y asegura la inserción de la organización en el futuro de la industria
3. Crear canales de comunicación entre los distintos niveles de la empresa para el logro de objetivos comunes que apunten al incremento de la eficiencia de las operaciones, bien sea desde la perspectiva de la mejora de la planeación y control de la producción, o de otras acciones operativas, comerciales o financieras.
4. Fomentar la incorporación de otras herramientas de mejora continua que contribuyan a la simplificación de las operaciones y el incremento de la calidad en la empresa. Para ello se recomienda de igual manera el enfoque de la gestión de proyectos como herramienta para asegurar el cumplimiento de cada una de las fases necesarias que permitan la gestión del cambio
5. Examinar en futuros estudios en el estudio de la aplicabilidad de los sistemas de mejora basadas en Industria 4.0 como estrategia de mejora, y adaptación a los cambios tecnológicos.

REFERENCIAS

- Álvarez, M. (2014). *Estado del arte en el desarrollo de sistemas de apoyo a la toma de decisiones en la gestión de proyectos*. [Tesis de grado]. La Rioja: Universidad de La Rioja https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE000806.pdf.
- Anagnoste, S. (2017). Robotic Automation Process - The next major revolution in terms of back office operations improvement. *Proceedings of the 11th International Conference on Business Excellence*, 676-686. <https://doi.org/10.1515/picbe-2017-0072>
- Badewi, A., 2016. The impact of project management (PM) and benefits management (BM) practices on project success: towards developing a project benefits governance framework. *International Journal of Project Management*. 34 (4): 761–778. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.05.005>
- Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G. y Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. *International Journal of Production Economics*, 229 (2020), 3-15. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>
- Bakotic, D. y Krnic, A. (2017). Exploring the relationship between business process improvement and employees' behavior. *Journal of Organizational Change Management*, 30 (7), 1044–1062. <https://doi.org/10.1108/jocm-06-2016-0116>
- Benítez, E. Becker, O., Baierle, I., Scahefer, J., Brittes, G., Aguiar, L. y Brittes, L. (2021). Expected impact of industry 4.0 technologies on sustainable development: A study in the context of Brazil's plastic industry. *Sustainable Production and Consumption*, 25 (1), 102-122. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.07.018>
- Beerepoot I., van de Weerd I., y Reijers H. (2019) Business Process Improvement Activities: Differences in Organizational Size, Culture, and Resources. En: Hildebrandt T., van Dongen B., Röglinger M., Mendling J. (eds) *Business Process Management*. BPM 2019. Lecture Notes in Computer Science, vol 11675. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-26619-6_26
- Briones, R. y Medina, M. (2020). *Transformación 4.0 en el sector Textil-Confecciones: caso Confecciones Polcyr S.R.L. y Textil del Valle S.A.* [Tesis de grado]. Lima:

- Bustamante, J. y Saboya, N. (2015). Método de gestión basado en el PMBOK para el proceso de desarrollo de investigación de las carreras universitarias. (Universidad San Martín de Porres). http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/2717/3/saboya_bustamante.pdf
- Cabrera, H., Medina, A., Nogueira, D. y Núñez, Q. (2015). Revisión del estado del arte para la gestión y mejora de los procesos empresariales. *Enfoque UTE*, 6 (4), 1 – 22. <http://oaji.net/articles/2015/1783-1450367811.pdf>
- Cárdenas, R. (2019). *Mejora de la eficiencia de formación de una planta de fabricación de envases de vidrio* [Tesis de grado]. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15597>
- Carrizo, D. y Alfaro, A. (2018). Método de aseguramiento de la calidad en una metodología de desarrollo de software: un enfoque práctico. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 26 (1), 114-129. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052018000100114>
- Chen, T., Fu, M., Liu, R., Xu, X., Zhou, S., y Liu, B. (2019). How do project management competencies change within the project management career model in large Chinese construction companies? *International Journal of Project Management*, 37(3), 485–500. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2018.12.002>
- Cristaldo, P., López, D, La Pietra, L. De Battista, A. y Hemanth, J. (2021). Data Mining-Based Metrics for the Systematic Evaluation of Software Project Management Methodologies. En: Raj P., Dubey A., Kumar A. y Rathore P. (eds) *Blockchain, Artificial Intelligence, and the Internet of Things*. EAI/Springer Innovations in Communication and Computing. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77637-4_3
- Cropley (2015). *Introduction to Qualitative Research Methods: A practice-oriented introduction for students of psychology and education*. University of Hamburg. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3095.6888/1>

- Demikerssen, S. y Ozorhon, B. (2017). Impact of integration management on construction project management performance. *International Journal of Project Management*, 35 (8), 1639-1654. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.09.008>
- Di Natale, N. Picón, E., Quezada, H. y Toro, G. (2017). Planeamiento Estratégico del Sector Metalmecánica en el Perú. [Tesis de grado]. Santiago de Surco: Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://core.ac.uk/download/pdf/196533828.pdf>
- Ebrahimi, A. y Banaeifard, H. (2018). The influence of internal and external factors on the marketing strategic planning in SNOWA Corporation. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 33 (8), 1065-1073. <https://doi.org/10.1108/JBIM-02-2018-0083>
- El Hadj, E. y Ayachi, S. (2017). Toward an Ontology-Based Model of Key Performance Indicators for Business Process Improvement. *EEE/ACS 14th International Conference on Computer Systems and Applications (AICCSA), 2017*, 148-153. <https://doi.org/10.1109/AICCSA.2017.139>
- Espinoza, A. (2019). *Propuesta de mejora continua en el proceso de producción de una planta de plásticos mediante la metodología PDCA y manufactura esbelta*. [Tesis de grado]. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15595>
- Eisenhardt, K. (2021). What is the Eisenhardt Method, really? *Strategic Organization*, 19 (1) 147-160. <https://doi.org/10.1177/1476127020982866>
- Estrada, J. (2015). Análisis de la gestión de proyectos a nivel mundial. *Palermo Business Review*, 12 (2015), 61-98
https://www.palermo.edu/economicas/cbrs/pdf/pbr12/BusinessReview12_02.pdf
- Frank, A. Santos, L. y Ayala, N. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210 (2019), 15-26. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>
- Ghobakhloo, M. (2019). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252 (2020), 119869. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119869>

- Gorecky, D., Schmitt, M., Loskyll, M. y Zühlke, D. (2014). Human-Machine-Interaction in the Industry 4.0 Era. *12th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, 289-294. <https://doi.org/10.1109/INDIN.2014.6945523>
- Guertler, M. y Sick, N. (2021). Exploring the enabling effects of project management for SMEs in adopting open innovation – A framework for partner search and selection in open innovation projects. *International Journal of Project Management*, 39 (2), 102-114. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.06.007>
- Guevara, E. (2019). *Enfoque del PMBOK en la dirección de proyectos de software en el gobierno de Ayacucho, 2016*. [Tesis de grado] Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez). <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/4216>
- Gusmao, R., Scavarda, L., Duarte, B., de Mattos, D. y Goncalves, O. (2022). Challenges and Benefits of Sustainable Industry 4.0 for Operations and Supply Chain Management—A Framework Headed toward the 2030 Agenda. *Sustainability* 2022, 14(2), 830; <https://doi.org/10.3390/su14020830>
- Han, H. y Trimi, S. (2022). Towards a data science platform for improving SME collaboration through Industry 4.0 technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 174 (121242). <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121242>
- Happonen, A. y Ghoreishi, M. (2022). A Mapping Study of the Current Literature on Digitalization and Industry 4.0 Technologies Utilization for Sustainability and Circular Economy in Textile Industries. *Proceedings of Sixth International Congress on Information and Communication Technology. Lecture Notes in Networks and Systems*, 217. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2102-4_63
- Harihamand, M. Karthik, P. y Murali, K. (2022). Application of artificial intelligence in construction project management. *AIP Conference Proceedings* 2385, 100003 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0070908>
- Hofmann, E. y Rüsçh, M. (2017). Industry 4.0 and the status as well as prospects on logistics. *Computers in Industry*. 89 (2017), 23–34. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002>

- Huang, C. Talla, E. y Hsien, Y. (2018). Evaluating the Factors that are Affecting the Implementation of Industry 4.0 Technologies in Manufacturing MSMEs, the Case of Peru. *Processes*, 7 (161), 1-24. <https://doi.org/10.3390/pr7030161>
- Ibrahim, M., Hanif, A., Jamal, F. y Ahsan, A. (2019). Towards successful business process improvement – An extension of change acceleration process model. *Plos One*, 14 (11), e0225669. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225669>
- Inshakova, A. y Frolova, E. (2020). The model of distribution of human and machine labor at intellectual production in industry 4.0. *Journal of Intellectual Capital*, 21 (4), 601-622. <https://doi.org/10.1108/JIC-11-2019-0257>
- Jeschke, S., Brecher, C., Meisen, T., Ozdemir, D. y Eschert, T. (2017). Industrial internet of things and cyber manufacturing systems. In: *Industrial Internet of Things*. Springer, Cham, 3–19. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42559-7_1
- Kagermann, H., Wahlster, W. y Helbig, J. (2013). Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0: Securing the Future of German Manufacturing Industry. *Final Report of the Industrie 4.0 Working Group*. Acatech, Forschungsunion.
<https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>
- Lehnert, M., Linhart, A. y Roeglinger, M. (2017). Exploring the intersection of business process improvement and BPM capability development: A research agenda. *Business Process Management Journal*, 23 (2), 275-292. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-05-2016-0095>
- León, R., Rodríguez, R. y Gómez, P. (2020). Business process improvement and the knowledge flows that cross a private online social network: An insurance supply chain case. *Information Processing & Management*, 57 (4), 102237. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2020.102237>
- Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. y Ramos, L. (2017). Past, present, and future of Industry 4.0-a systematic literature review and research agenda proposal. *International Journal of Production Research*. 55 (12), 3609–3629. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576>

- López, J., Otegui, J., Cobo, M. y Kramer, M. he relationship between Project Management and Industry 4.0: Bibliometric analysis of main research areas through Scopus., 2020 . In: *3rd International Conference on Research and Education in Project Management – REPM 2020*. <http://eprints.rclis.org/40508/>
- Lombardero, J. (2015). *Problemas y retos de gestión empresarial en la economía digital: estudio comparado y sistémico de competencias directivas*. [Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Camilo José Cela. <https://dialnet.unirioja.es/download/tesis/44986.pdf>
- Mattar, J. y Cuervo, L. (2017). *Planificación para el desarrollo en América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42139/7/S1700693_es.pdf
- May, G. y Stahl, B. (2017). The significance of organizational change management for sustainable competitiveness in manufacturing: exploring the firm archetypes. *International Journal of Production Research*, 55 (17), 4450-4465 <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1261197>
- Pan, W., Chen, L., Zhan, W. (2018). PESTEL Analysis of Construction Productivity Enhancement Strategies: A Case Study of Three Economies. *Journal of Management in Engineering*, 35 (1). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000662](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000662)
- Parmelli, E., Langendam, M. y Piggott, T. (2021) Guideline-based quality assurance: a conceptual framework for the definition of key elements. *BMC Health Services Research*, 21 (173), 48-61. <https://doi.org/10.1186/s12913-021-06148-2>
- Pan, Y. y Zhang, L. (2021). A BIM-data mining integrated digital twin framework for advanced project management. *Automation in Construction*, 124 (103564). <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103564>
- Paz, X. (2021). *Diseño de procesos para la gestión lean de proyectos en una empresa del sector industrial en el Perú*. [Tesis de maestría]. Lima: Universidad de Lima. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/12774>

- Picotto, R. (2020). Towards a 'New Project Management' movement? An international development perspective. *International Journal of Project Management*, 38 (8) 474-485. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2019.08.002>
- Posada, C. (2019). Metalmecánica es clave para el desarrollo. *Comercio Exterior*, 4(1), 23. https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r874_3/comercio exterior.pdf
- Sun, Q., Feng, X. y Zhao, S. Deep Learning Based Customer Preferences Analysis in Industry 4.0 Environment. *Mobile Networks and Applications* (2022). <https://doi.org/10.1007/s11036-021-01830-5>
- Rea, S. y Basantes, D. (2019). *Sistema de manufactura flexible orientado a industria 4.0*. [Tesis de maestría]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/29176>
- Reyes, H. (2021). *Propuesta de mejora de los procesos productivos en una fábrica de tubos plásticos en Arequipa – Perú aplicando la metodología Lean Manufacturing*. [Tesis de maestría]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. http://200.62.146.130/bitstream/handle/20.500.12672/16392/Reyes_ph.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sánchez, A., González, N. y Molina, B. (2020). Analysis of port sustainability using the PPSC methodology (PESTEL, Porter, SWOT, CAME). *World Scientific News*, 146 (1), 121-138. <https://bibliotekanauki.pl/articles/1031635>
- Sánchez, O., Terlizzi, M., Y Moraes, H. (2017). Cost and time project management success factors for information systems development projects. *International Journal of Project Management*, 35 (8), 1608–1626. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.09.007>
- Stouten, J., Rousseau, D. y De Cremer, D. (2018). Successful Organizational Change: Integrating the Management Practice and Scholarly Literatures. *Academy of Management Annals*, 12 (2), 752-788. <https://doi.org/10.5465/annals.2016.0095>

- Santos, L. Brittes, G., Ayala, N. y Frank, A. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204 (2018), 383–394. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019>
- Saucedo, J., Pérez, M., Marmolejo, J., Salais, T. y Vasant, P. (2018). Industry 4.0 framework for management and operations: a review. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 9 (1), 789–801. <https://doi.org/10.1007/s12652-017-0533-1>
- Silvius, G. (2017). Sustainability as a new school of thought in project management. *Journal of Cleaner Production*, 166 (10), 1479-1493. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.121>
- Talero, C. y Rojas, E. (2016). *Plan de gestión de proyecto para el diseño de una planta de producción de prendas de control (fajas) en la ciudad de Bogotá*. (Universidad Industrial de Santander). Recuperado de: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2016/165041.pdf>.
- Van Assen, M. (2021). Lean, process improvement and customer-focused performance. The moderating effect of perceived organisational context. *Total Quality Management & Business Excellence*, 32 (1), 57-75. <https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1530591>
- Vaydia, S., Ambad, P. y Bhosle, S. (2018). Industry 4.0 – A Glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20 (2018) 233–238. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.034>
- Wang, Y., Ma, H., Yang, J. y Wang, K. (2017). Industry 4.0: a way from mass customization to mass personalization production. *Advances in Manufacturing* volume. 5 (4), 311–320. <https://doi.org/10.1007/s40436-017-0204-7>

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, F. (2016). *El proyecto de investigación: introducción a la metodología científica* (Episteme). Caracas.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2019). *Gestión de proyectos para el desarrollo*. <https://cursos.iadb.org/es/indes-catalogo/gestion-de-proyectos-de-desarrollo>.
- Comisión Económica para América Latina CEPAL (2014). *Panorama de la Gestión Pública en América Latina y el Caribe*. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37223/1/S1420739_es.pdf
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* MCGraw-Hill, Editores. México.
- Ministerio de Energía y Minas (2020). *Anuario Minero Perú 2020*. <https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/1944416-anuario-minero-2020>
- Ministerio de Producción (2020). *Estudio de la situación actual de las empresas peruanas: los determinantes de su productividad y orientación exportadora*. 182. http://demi.produce.gob.pe/images/publicaciones/publi81171136fe74561a7_79.pdf



Anexo 1. *Factores de evaluación de los problemas*

Código	Factor	Descripción
A	Dificultad de solución del problema.	Nivel de dificultad y grado de inversión que implica la solución del problema presentado.
B	Beneficios que presenta la solución del problema.	Evaluación de los beneficios que se obtendrían en la organización con la solución del problema expuesto.
C	Probabilidad de ocurrencia del problema.	Grado de frecuencia que el problema se puede presentar durante las operaciones.
D	Impacto sobre la planificación de los proyectos.	Impacto que presenta el problema durante la fase de planificación de los proyectos.
E	Impacto sobre la ejecución de los proyectos.	Impacto que presenta el problema durante la fase de ejecución de los proyectos.
F	Impacto sobre el seguimiento y control de los proyectos.	Impacto que presenta el problema para el seguimiento y control de los proyectos.
G	Impacto sobre el logro de los objetivos de los proyectos	Impacto que presenta el problema sobre el logro de los objetivos de los proyectos.
H	Impacto sobre la seguridad de los proyectos.	Impacto que presenta el problema en la seguridad de los proyectos.

Nota: adaptación del modelo de factores de evaluación de Paz (2021).

Anexo 2. Escala de consecuencias

		Consecuencias				
Factor	1. Muy difícil	2. Difícil	3. Moderado	4. Fácil	5. Muy fácil	
A	Grado de dificultad	El problema tiene un nivel de complejidad tan amplio que para la empresa resulta casi imposible presentar una solución y se ha intentado resolver en diferentes ocasiones sin éxito.	El problema presentado requiere un cambio cultural en la organización, cambios en la tecnología inversión considerable en recursos y un tiempo de ejecución prolongado.	El problema que ocurre en la organización implica una inversión moderada de recursos y una gestión del cambio relativamente fácil para el logro de la solución.	La solución al problema presentado implica una inversión mínima de recursos y un tiempo moderado para alcanzar una solución.	El problema no implica la inversión económica para su solución y se puede implementar de forma inmediata.
		1. Poco significativo.	2. Menor	3. Moderado	4. Alto	5. Muy alto
B	Beneficio	Beneficio mínimo: la solución del problema impactaría poco sobre los resultados del proceso general.	La solución del problema impactaría sobre algunos aspectos de la gestión en forma específica.	Beneficio representativo: la solución del problema tiene impacto a largo plazo en la gestión y ejecución del proceso productivo.	Beneficio importante: la implementación de una solución va a tener impacto favorable en un mediano plazo sobre la gestión y los resultados.	Beneficio muy importante: la implementación de una mejora a la solución va a tener impacto sobre la gestión ejecución y los resultados y va a incidir favorablemente en el cambio cultural.

		Consecuencias				
Factor	1. Poco Probable	2. Menor	3. Moderado	4. Alto	5. Muy Alto	
C	Probabilidad	Es muy improbable que ocurra el problema y no se ha presentado en proyectos anteriores.	Se han implementado controles para minimizar sus efectos y es poco probable su ocurrencia.	Existe la probabilidad que ocurra porque el problema se ha presentado en otras oportunidades.	El problema se ha presentado con frecuencia en diferentes proyectos con anterioridad, por lo que es probable que vuelva a ocurrir.	El problema se presenta de forma común en todas las fases del proceso productivo por lo que es muy probable que ocurra.
		1. Muy bajo	2. Bajo	3. Moderado	4. Alto	5. Muy alto
D	Impacto en Planificación	La planificación de la producción no se ha visto afectada por el problema presentado.	La planificación del proceso productivo se ha visto afectada por el problema en una ocasión.	La planificación del proceso productivo se ha visto afectada por el problema en más de una ocasión.	La planificación del proceso productivo se ha visto afectada por el problema en varias ocasiones y no se han tomado medidas correctivas.	La planificación del proceso productivo se ha visto afectada en diversas ocasiones y las medidas que se han tomado para mejorar no han dado resultados efectivos.
		1. Muy bajo	2. Bajo	3. Moderado	4. Alto	5. Muy alto
E	Impacto en ejecución	La ejecución de la producción no se ha visto afectada por el problema presentado.	La ejecución del proceso productivo se ha visto afectada por el problema en una ocasión.	La ejecución del proceso productivo se ha visto afectada por el problema en más de una ocasión.	La ejecución del proceso productivo se ha visto afectada por el problema en varias ocasiones y no se han tomado medidas correctivas.	La ejecución del proceso productivo se ha visto afectada en diversas ocasiones y las medidas que se han tomado para mejorar no han dado resultados efectivos.

		Consecuencias				
		1. Muy bajo	2. Bajo	3. Moderado	4. Alto	5. Muy alto
F	Impacto en seguimiento y control.	El seguimiento y control de la producción no se ha visto afectado por el problema presentado.	El seguimiento y control del proceso productivo se ha visto afectado por el problema en una ocasión.	El seguimiento y control del proceso productivo se ha visto afectado por el problema en más de una ocasión.	El seguimiento y control del proceso productivo se ha visto afectado por el problema en varias ocasiones y no se han tomado medidas correctivas.	El seguimiento y control del proceso productivo se ha visto afectado en diversas ocasiones y las medidas que se han tomado para mejorar no han dado resultados efectivos.
		1. Muy bajo	2. Bajo	3. Moderado	4. Alto	5. Muy alto
G	Impacto sobre los objetivos	El logro de los objetivos de la producción no se ha visto afectado por el problema presentado.	El logro de los objetivos del proceso productivo se ha visto afectado por el problema en una ocasión.	El logro de los objetivos del proceso productivo se ha visto afectado por el problema en más de una ocasión.	El logro de los objetivos del proceso productivo se ha visto afectado por el problema en varias ocasiones y no se han tomado medidas correctivas.	El logro de los objetivos del proceso productivo se ha visto afectado en diversas ocasiones y las medidas que se han tomado para mejorar no han dado resultados efectivos.
		1. Muy bajo	2. Bajo	3. Moderado	4. Alto	5. Muy alto
H	Impacto sobre la seguridad.	La seguridad de la producción no se ha visto afectada por el problema presentado.	La seguridad del proceso productivo se ha visto afectada por el problema en una ocasión.	La seguridad del proceso productivo se ha visto afectada por el problema en más de una ocasión.	La seguridad del proceso productivo se ha visto afectada por el problema en varias ocasiones y no se han tomado medidas correctivas.	La seguridad del proceso productivo se ha visto afectada en diversas ocasiones y las medidas que se han tomado para mejorar no han dado resultados efectivos.

Anexo 3. Base de datos de producción en kilos por etapa del proceso

Etapa	2015		2016		2017	
	Kilos entregados	Producción	Kilos entregados	Producción	Kilos entregados	Producción
Habilitado	4,705,461.50	4,528,239.55	4,877,014.79	4,693,331.62	4,827,999.56	4,646,162.46
Armado	4,528,239.55	4,299,997.25	4,693,331.62	4,456,767.98	4,646,162.46	4,411,976.34
Soldadura	4,299,997.25	4,034,970.05	4,456,767.98	4,182,078.33	4,411,976.34	4,140,047.39
Limpieza Mecánica	4,034,970.05	4,019,420.74	4,182,078.33	4,165,962.12	4,140,047.39	4,124,093.15
Preparación superficial	4,019,420.74	4,008,633.60	4,165,962.12	4,154,781.70	4,124,093.15	4,113,025.10
Pintura	4,008,633.60	3,998,903.81	4,154,781.70	4,144,697.18	4,113,025.10	4,103,041.93
Total	4,705,461.50	3,998,903.81	4,877,014.79	4,144,697.18	4,827,999.56	4,103,041.93

Etapa	2018		2019		2020	
	Kilos entregados	Producción	Kilos entregados	Producción	Kilos entregados	Producción
Habilitado	5,073,075.68	4,882,008.27	5,024,060.46	4,834,839.11	4,885,080.00	4,743,420.00
Armado	4,882,008.27	4,635,934.53	4,834,839.11	4,591,142.90	4,743,420.00	4,633,740.00
Soldadura	4,635,934.53	4,350,202.08	4,591,142.90	4,308,171.15	4,633,740.00	4,533,420.00
Limpieza Mecánica	4,350,202.08	4,333,437.98	4,308,171.15	4,291,569.02	4,533,420.00	4,513,680.00
Preparación superficial	4,333,437.98	4,321,808.10	4,291,569.02	4,280,051.50	4,513,680.00	4,503,636.00
Pintura	4,321,808.10	4,311,318.17	4,280,051.50	4,269,662.92	4,503,636.00	4,496,328.00
Total	5,073,075.68	4,311,318.17	5,024,060.46	4,269,662.92	4,885,080.00	4,496,328.00

Anexo 4. Resultados de la observación de los subprocesos de fabricación de estructuras metálica hasta lograr el producto final dentro de la empresa relacionada con los métodos, maquinarias, materiales, procesos y recursos humanos.

Ítems	Aspecto por observar	Hallazgos	
		Presente	Ausente
MÉTODOS			
1	Existencia de algún método en la empresa para identificar y notificar fallas en el proceso de fabricación.	x	
2	Planificación de reuniones de nivel táctico para discutir mejoras de procesos y seguimiento a actividades.	x	
3	Desarrollo de acciones para conservar y mejorar las condiciones de maquinarias y equipos con la participación del usuario u operador.		x
4	Inspección diaria de los equipos para verificar su estado y necesidad de mantenimiento.	x	
5	Aplicación de alguna metodología para hacer seguimiento a los procesos e implementar mejoras.		x
6	El proceso de fabricación está soportado por un sistema de información que permita obtener información en tiempo real de las operaciones.	x	
7	Se realizan actividades de coordinación entre el área comercial, planificación, suministros y producción para identificar necesidades y prioridades basadas en los requerimientos de los clientes.		x
8	Se ha definido un proceso de planificación de los proyectos que incluye las funciones y responsabilidades de cada área clave para el logro de los objetivos.	x	
MAQUINARIAS			
Ítems	Aspecto por observar	Hallazgos	
		Presente	Ausente
9	Programación de actividades de mantenimiento preventivo para los equipos que se emplean en el proceso de producción.	x	
10	Evidencias de paradas de planta por falta de mantenimiento de una máquina o equipo.	x	
11	Evidencias de paradas de planta por falta de repuestos para reemplazar en una máquina.	x	
12	Existencia en la empresa de equipos sustitutivos de maquinarias en reparación.		x

13	Programa de actividades de limpieza de maquinaria y equipos en forma periódica.	x	
14	Evidencia de existencia de un plan de reposición de maquinarias de acuerdo con la depreciación de equipos.		x
15	Existencia de todas las máquinas y equipos necesarios para cumplir con las metas de producción.	x	

MATERIALES

Ítems	Aspecto por observar	Hallazgos	
		Presente	Ausente
16	Los trabajadores cuentan con las herramientas y materiales adecuados para hacer sus labores.	x	
17	Los trabajadores cuentan con los materiales adecuados para hacer labores de mantenimiento preventivo y correctivo a las máquinas.		x
18	Los trabajadores disponen de los equipos de protección para hacer su trabajo en condiciones seguras.	x	
19	Se genera desperdicio de material por reprocesos de productos no aceptables.	x	
20	Se cuenta con un plan de reposición de inventarios de materiales e insumos para asegurar la continuidad de las operaciones.	x	
21	Se han creado alianzas estratégicas con los proveedores para garantizar una política de costos acorde con las expectativas del negocio y la continuidad de las operaciones.		x
22	Al momento de iniciar el proceso de fabricación de un proyecto se cuenta con todos los materiales e insumos para garantizar la continuidad de las operaciones y evitar retrasos.		x
23	Se han desarrollado acciones para evaluar el desempeño de los proveedores en cuanto a tiempo de entrega, cantidades entregadas y calidad del producto recibido.	x	
24	Existe comunicación adecuada entre el personal responsable de la planificación y las áreas de apoyo.	x	

Ítems	Aspecto por observar	Hallazgos	
		Presente	Ausente
PROCESOS			
25	Se han creado indicadores de gestión para medir el nivel de desempeño del área de producción.	x	
26	Se generan productos defectuosos por fallas en el proceso de producción.	x	
27	El proceso de fabricación se realiza de forma organizada y ordenada.		x
28	Las áreas de trabajo se mantienen limpias, ordenadas y libres de contaminación.		x
29	El personal cumple con los procedimientos establecidos para llevar a cabo las operaciones bajo estándares de calidad.	x	
30	Se han hecho mediciones de tiempo en los procesos de fabricación para evaluar las causas de los cuellos de botella.		x
31	Se han desarrollado estrategias para conocer las acciones desarrolladas por los competidores directos.		x
32	Se han desarrollado estrategias para conocer las necesidades de los clientes que impliquen el desarrollo de nuevos productos y servicios.		x

RECURSOS HUMANOS

Ítems	Aspecto por observar	Hallazgos	
		Presente	Ausente
33	Los trabajadores han recibido capacitación para incrementar sus competencias y desempeño en las operaciones.		x
34	Los trabajadores han recibido capacitación para realizar mantenimiento preventivo y predictivo de las operaciones.		x
35	Existe un plan formal de capacitación al personal coordinado por la gerencia de Recursos Humanos.		x
36	Existe un plan formal de motivación al personal coordinado por la gerencia de Recursos Humanos.		x
37	La empresa ha incentivado al personal a proponer mejoras en el proceso de producción de la empresa.		x
38	Se comparte con el personal operativo información relativa a la misión, visión, objetivos y nuevos proyectos de la empresa.	x	

Anexo 5. Modelo de guía de entrevista realizada a los informantes de la organización

1. ¿Cuáles aspectos pueden incidir en el logro de los objetivos financieros de la organización desde los siguientes puntos de vista?

Políticos:

Económicos:

Socioculturales:

Tecnológicos:

Ambientales:

Legales:

2. Se desea hacer un análisis del entorno utilizando la herramienta denominada 5 fuerzas de Porter para ello se desea saber cuál es su opinión respecto a los siguientes aspectos:

¿Cuáles son los nuevos competidores de la empresa?

¿Cuáles barreras de entrada se le presentan a los nuevos competidores?

¿Cuáles son las fortalezas de los proveedores?

¿Existe en la actualidad amenaza de productos sustitutos?

¿Cuáles características tienen los compradores de la organización?

3. Para hacer un análisis de los factores internos y una matriz de fortalezas debilidades oportunidades y amenazas, se desea conocer su opinión respecto a los siguientes aspectos en relación con la organización

¿Cuáles son las fortalezas de la empresa y de su proceso productivo?

¿Cuáles son las debilidades de la empresa y de su proceso productivo?

¿Cuáles amenazas se presentan para el logro de los objetivos y las metas comerciales y financieras de la empresa?

¿Cuáles oportunidades se presentan para el logro de los objetivos y las metas comerciales y financieras de la empresa?

4. Se desea además conocer las restricciones que se pueden manifestar en el área de producción:

Restricciones físicas:

Restricciones políticas:



PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESOS EN UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%	13%	1%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Pennsylvania State System of Higher Education Trabajo del estudiante	1%
5	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	mitsubishiserviciotecnico.net Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%

9	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
10	cucea.udg.mx Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.ulima.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante	<1 %
13	theibfr.com Fuente de Internet	<1 %
14	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Peruana de Las Americas Trabajo del estudiante	<1 %
16	www.ucipfg.com Fuente de Internet	<1 %
17	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
18	www.repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %

20	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	Repositorioacademico.Upc.Edu.Pe Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO Trabajo del estudiante	<1 %
23	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	Submitted to Universidad de Lima Trabajo del estudiante	<1 %
25	1library.co Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.uasf.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	www.minem.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	repositorio.unab.cl Fuente de Internet	<1 %
31	repository.ean.edu.co	

	Fuente de Internet	<1 %
32	www.ccn.cni.es Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	eprints.uanl.mx Fuente de Internet	<1 %
35	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	Submitted to Universidad Santiago de Cali Trabajo del estudiante	<1 %
37	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
38	fourweekmba.com Fuente de Internet	<1 %
39	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
40	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
41	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
42	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

		<1 %
43	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
44	www.monografias.com Fuente de Internet	<1 %
45	"En búsqueda de un desarrollo integral: 20 ensayos en torno al Perú del Bicentenario", Universidad del Pacifico, 2021 Publicación	<1 %
46	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
47	www.sri.gov.ec Fuente de Internet	<1 %
48	administracion.uexternado.edu.co Fuente de Internet	<1 %
49	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
50	moam.info Fuente de Internet	<1 %
51	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
52	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

53	simehbucket.s3.amazonaws.com Fuente de Internet	<1 %
54	www.ub.es Fuente de Internet	<1 %
55	JORGE ESTEBAN HERNÁNDEZ HORMAZÁBAL. "PROPUESTA DE UNA ARQUITECTURA PARA EL SOPORTE DE LA PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN COLABORATIVA EN CADENAS DE SUMINISTRO DE TIPO ÁRBOL", 'Universitat Politecnica de Valencia', 2015 Fuente de Internet	<1 %
56	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
57	repositorio.esan.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
58	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
59	revistas.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
60	www.portosrio.gov.br Fuente de Internet	<1 %
61	es.unionpedia.org Fuente de Internet	<1 %
62	norma.ncirl.ie Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo